



# ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

## ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

приуроченная к 20-летию открытия  
в Кубанском государственном университете  
направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура»  
17—19 мая 2018 г.



Краснодар  
2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Биологический факультет

Министерство природных ресурсов Краснодарского края  
Государственное бюджетное учреждение Краснодарского края  
«КУБАНЬБИОРЕСУРСЫ»

# ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

Всероссийская научно-практическая конференция

17—19 мая 2018 г.

Краснодар  
2018

УДК 639.3(470+571)(075.8)  
ББК 47.2(2Рос)я73  
В623

Редакционная коллегия:

Г. А. Москул (отв. редактор), А. В. Абрамчук (зам. отв. редактора), М.В. Нагалецкий,  
М.С. Чебанов, Н.Г. Пашинова, М.А. Козуб, М.Х. Емтыль, А. М. Иваненко (техн. редактор),  
А.С. Прохорцева (учёный секретарь)

В623 Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф.,  
приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском гос. ун-те направления подготовки  
«Водные биоресурсы и аквакультура» / отв. ред. Г. А. Москул. Краснодар: Кубанский гос.  
ун-т, 2018. 458 с.: ил. 150 экз.  
ISBN 978-5-8209-1486-7

Настоящее издание включает материалы Всероссийской научно-практической кон-  
ференции, проходившей в период с 17 по 19 мая 2018 г. и приуроченной к 20-летию  
открытия в Кубанском государственном университете направления подготовки «Водные  
биоресурсы и аквакультура».

Представлены результаты работ, полученные учёными из ведущих научных организа-  
ций Российской Федерации и ближнего зарубежья. Тематика работ касается актуальных  
проблем изучения биологического разнообразия гидробионтов, охраны и воспроизвод-  
ства водных биологических ресурсов, аквакультуры, а также подготовки кадров для ры-  
бохозяйственной отрасли.

Адресуются научным работникам, экологам, преподавателям и студентам, специали-  
зирующимся в области водных биологических ресурсов и аквакультуры.

Материалы печатаются в авторской редакции.

УДК 639.3(470+571)(075.8)  
ББК 47.2(2Рос)я73

#### **Финансовая поддержка конференции**

Сборник материалов издан при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-04-20018 Г).



ISBN 978-5-8209-1486-7

© Кубанский государственный  
университет, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

20-летний юбилей (1998—2018) кафедры водных биоресурсов и аквакультуры. История открытия в Кубанском государственном университете направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» (вместо предисловия) .....	8
<b>1. Биологические ресурсы внутренних водоёмов</b>	
<b>Абрамчук А.В., Пашинова Н.Г., Москул Г.А.</b> Морфобиологическая характеристика густеры <i>Vlicca bjoerkna</i> (LINNAEUS, 1758) водоёмов бассейна Кубани .....	10
<b>Авдеева В.М.</b> Экологическое состояние верховий р. Грушевая .....	15
<b>Байдук Е.А.</b> Современное состояние искусственного воспроизводства стерляди в Азово-Донском районе .....	17
<b>Баракбаев Т.Т., Мажигаева Ж.О., Мухрамова А.А.</b> Сравнительная оценка кормовой базы судака в естественной среде обитания и в прудовых условиях юго-восточного Казахстана .....	21
<b>Бугранова О.С.</b> Мониторинг фитопланктона пруда Поплавок (г. Калининград) в летний период 2015—2016 гг. ....	27
<b>Букарева О.В., Нагалевский М.В., Кочкалда Ю.С.</b> К изучению экологического состояния реки Левый Бейсужёк Брюховецкого района Краснодарского края в условиях антропогенного воздействия .....	30
<b>Валова В.Н.</b> Оценка эффективности введения ферментализованной кормовой добавки комбикорма для молоди кеты .....	35
<b>Гордеева М.Э., Калайда М.Л.</b> Окислительно-восстановительный потенциал как показатель качества вод в мониторинге водных экосистем .....	40
<b>Давидович О.И.</b> Влияние солёности среды на темпы деления разноразмерных клеток черноморской диатомовой водоросли <i>Climaconeis scalaris</i> (BRÉBISSON) E.J. COX .....	44
<b>Давидович Н.А.</b> Анализ размерного распределения клеток в популяциях диатомовых водорослей с точки зрения теории жизненного цикла .....	47
<b>Данько Е.К.</b> Современное состояние и перспективы использования биоресурсов озёр Алакольской системы .....	50
<b>Дач К.Н.</b> Размерно-возрастной состав популяции рыб рода <i>Crenilabrus</i> (Labridae, Perciformes) юго-восточного побережья Крыма (Чёрное море) .....	54
<b>Дементьев М.С.</b> О формировании биоразнообразия рыб центральной части Северо-Кавказского региона .....	57
<b>Донченко А.Е.</b> Особенности роста и изменение биомассы <i>Phyllophora nervosa</i> в осенне-зимний период в лабораторных условиях .....	60
<b>Евсеева А.А.</b> Таксономический состав и количественные показатели зоопланктона Шульбинского водохранилища в 2013—2017 годы .....	63
<b>Евсеева А.А., Аубакиров Б.С., Притыкин И.В.</b> Состояние запасов аборигенных видов рыб Шульбинского водохранилища и их воспроизводство .....	69
<b>Жаворонкова А.М., Брода М.А.</b> Закономерности линейного роста двустворчатого моллюска анадары ( <i>Anadara kajoshiminsis</i> ) в Керченском проливе .....	75
<b>Жильцова Л.В.</b> Современное состояние промысла агароносной морской красной водоросли анфельдии тобучинской в Приморье .....	79
<b>Занина П.Р., Алдушина Ю.К.</b> Анализ структуры рыбодобывающей базы как элемент мониторинга промыслового усилия на внутренних водоёмах России .....	84
<b>Золотницкий А.П., Чакиров С.Р.</b> О влиянии некоторых экологических факторов на скорость фильтрации тихоокеанской устрицы ( <i>Crassostrea gigas</i> ) при акклиматизации в Чёрном море .....	90
<b>Иззатуллаев З.И., Боймуродов Х.Т.</b> Биоразнообразие крупных двустворчатых моллюсков (Mollusca: Unionidae, Corbiculidae) водохранилищ Узбекистана) .....	94
<b>Исмаилов А.Э., Абрамчук А.В., Иваненко А.М.</b> Некоторые особенности биологии реч-	

ного окуня ( <i>Perca fluviatilis</i> LINNAEUS, 1758), обитающего в верхнем участке Краснодарского водохранилища .....	98
<b>Камелов А.К., Улжабаева Г.С.</b> Состояние популяции осетровых рыб и её кормовой базы в казахстанском секторе Каспийского моря .....	103
<b>Карнаухов Г.И., Злотников А.С.</b> Зоопланктон некоторых водоёмов комплексного назначения Ставропольского края .....	105
<b>Карнаухов Г.И., Каширин А.В.</b> Современное состояние ихтиофауны некоторых водоёмов комплексного назначения Ставропольского края .....	109
<b>Карнаухов Г.И., Каширин А.В., Злотников А.С.</b> Абрауская тюлька .....	113
<b>Карнаухов Г.И.</b> Состояние запасов промысловых видов рыб в водоёмах комплексного назначения Ставропольского края .....	118
<b>Ким А.И.</b> Природное воспроизводство рыбных ресурсов р. Урал в Западно-Казахстанской области .....	120
<b>Кириченко О.И., Иванов К.П.</b> Видовое разнообразие и современное состояние ихтиофауны р. Силеты .....	123
<b>Колесов Н.А.</b> Сибирский хариус ( <i>Thymallus arcticus</i> ) бассейна р. Томь в пределах Кузбасса .....	126
<b>Красноперова Е.А.</b> Анализ сезонной динамики органолептических и гидрохимических показателей речной воды (на примере р. Уй) .....	131
<b>Кузьминова Н.С., Финюк И.А.</b> Некоторые биологические параметры спикары в прибрежной зоне г. Севастополя (Чёрное море) в 2016—2017 гг. ....	135
<b>Кулиш А.В., Саенко Е.М., Марушко Е.А., Левинцова Д.М.</b> Видовое разнообразие, размерно-весовой состав и распределение креветок рода <i>Palaemon</i> WEBER, 1795 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) в Керченском проливе (Азовское море) .....	138
<b>Кулиш А.В., Сергеенко А.Л.</b> Таксономический состав фауны Decapoda (Crustacea: Malacostraca) акватории ООПТ «Мыс Мартьян» (Чёрное море, Республика Крым) .....	142
<b>Кулиш А.В., Юшко Л.В.</b> К вопросу о выборе раковины раками-отшельниками (Diogenidae: Anomura: Decapoda) обитающими в Чёрном море у берегов Крыма (предварительные данные) .....	148
<b>Макарова Т.Н.</b> Биологическое разнообразие флоры оз. Марково .....	151
<b>Макарова Т.Н.</b> Оценка экологического состояния р. Уй г. Троицка .....	155
<b>Мальцев В.И., Белецкая М.А.</b> Способ формализованного сравнения поддерживающей способности биотопов для рыб прибрежного ихтиокомплекса .....	157
<b>Мартыненко И.М.</b> Динамика заражённости чайки-хохотуньи ( <i>Larus cachinnans</i> ) трематодами <i>Cryptocotyle jejuna</i> в Керченском проливе .....	162
<b>Марушко Е.А., Саенко Е.М.</b> Состояние макрофитобентоса в южной части Азовского моря в условиях антропогенной нагрузки .....	164
<b>Миноранский В.А., Малиновская Ю.В.</b> Биологическая оценка состояния р. Темерник в Ростове-на-Дону и перспективы её экологической реабилитации .....	168
<b>Мирабдуллаев И.М., Гинатуллина Е.Н., Абдурахимова А.Н., Абдиназаров Х.Х.</b> Зоопланктон равнинных озёр Узбекистана .....	174
<b>Москул Г.А., Абрамчук А.В., Пашинова Н.Г.</b> Перспективы рыбохозяйственного освоения внутренних водоёмов Краснодарского края .....	180
<b>Мустафаева З.А., Ким С.И.</b> Результаты комплексного обследования водоёма «Святой источник» г. Нурата .....	184
<b>Нигметжанов С.Б., Евсеева А.А.</b> Видовой состав и трофность зоопланктона оз. Жайсан на современном этапе .....	188
<b>Пашинова Н.Г., Абрамчук А.В., Москул Г.А.</b> К биологии краснопёрки ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> L., 1758) Краснодарского водохранилища .....	192
<b>Полякова С.Л., Давидович О.И., Подунай Ю.А., Давидович Н.А.</b> Распределение раз-	

меров клеток у представителя токсикогенного рода <i>Pseudo-nitzschia</i> (Bacillariophyta) в природных популяциях у берегов Крыма .....	196
<b>Попов Н.Н., Шакиров А.А.</b> Современное состояние основных промысловых рыб в казахстанском секторе Северного Каспия .....	199
<b>Прищепа Р.Е., Болтачев А.Р., Карпова Е.П., Аблязов Э.Р., Данилюк О.Н.</b> Динамика популяционных характеристик черноморской ставриды ( <i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> АЛЕЕВ, 1956) крымского побережья Каркинитского залива и оз. Донузлав (Чёрное море) ..	203
<b>Романов А.А., Бралиева Е.Э.</b> Влияние гидрологического режима на уловы промысловых видов рыб Волго-Каспийского бассейна .....	207
<b>Сергеев С.В.</b> Кормовая база Краснодарского водохранилища .....	210
<b>Сергеев С.В.</b> Методы определения приёмной ёмкости экосистем рыбохозяйственных водоёмов по вселяемой молоди рыб .....	213
<b>Силкин Ю.А., Василец В.Е., Силкина Е.Н., Черняева В.Н., Петрова Т.Н.</b> Сезонные изменения морфофизиологических показателей рулены <i>Crenilabrus tinca</i> LINNAEUS в акватории Карадагского заповедника .....	219
<b>Сирота Ю.В., Каширин А.В.</b> Фитопланктон некоторых рек Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа .....	222
<b>Скуратовская Е.Н., Куцын Д.Н., Чеснокова И.И., Самотой Ю.В.</b> Сравнительная характеристика биохимических параметров и особенностей роста морского ерша <i>Scograea roscus</i> из акваторий г. Севастополя .....	226
<b>Сонина Е.Э., Зотова Е.А., Макаров С.Н., Гузеева Л.В., Пудовкина А.С.</b> Оценка воздействия хозяйственной деятельности на водные биоресурсы и среду их обитания в водных объектах Нижнего Поволжья с расчётом ущерба согласно методике исчисления размера вреда, причинённого водным биологическим ресурсам .....	230
<b>Старцев А.В., Старцева М.Л., Савицкая С.С., Бухмин Д.А., Грабчак Н.Ю.</b> Новые результаты мониторинга ихтиофауны устьевого взморья Дона .....	234
<b>Сытник Н.А., Тарасова В.В.</b> Оценка воздействия на акваторию Керченского пролива перевалки грузов на примере филиала ГУП РК «Крымские морские порты» «Керченский торговый порт» .....	239
<b>Сытник Н.А., Дорошенко Т.В., Щерба А.В.</b> Производственный экологический мониторинг и контроль воздействия на окружающую среду строительства транспортного перехода через Керченский пролив .....	243
<b>Сытник Н.А., Полякова Т.В.</b> Характеристика аллометрического роста плоской устрицы ( <i>Ostrea edulis</i> , LINNAEUS (1758)) в онтогенезе .....	249
<b>Сытник Н.А., Черток А.И., Белоус К.А.</b> Токсикологическая характеристика и санитарно-микробиологическое состояние морской среды и мидий Керченского пролива .....	253
<b>Темрешев И.И.</b> Водные жуки (Insecta, Coleoptera) Жонгар-Алатауского государственного национального природного парка .....	259
<b>Хамитова М.Ф., Калайда М.Л.</b> Особенности современного состояния гидробиоценоза верхней части Куйбышевского водохранилища и методы его оценки в условиях антропогенного воздействия .....	265
<b>Хмель О.О.</b> Изучение паразитофауны мидии ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> ) .....	271
<b>Цупикова Н.А., Костыря Ю.С.</b> Геоэкологическая характеристика р. Алейка (Калининградская область) .....	275
<b>Шаганов В.В., Дончик П.И.</b> Питание массовых хищных рыб каменистой сублиторали восточного южнобережья Крыма (Чёрное море) .....	278
<b>Шинкаренко Д.Д.</b> Влияние рыбы-вселенца ротана ( <i>Perccottus glenii</i> ) на ихтиофауну малых водоёмов России .....	280
<b>Щербакова Н.В.</b> Личинки промысловых двустворчатых моллюсков в планктоне юго-восточной акватории о. Путятин .....	282

Щуров С.В., Ковригина Н.П., Лисицкая Е.В. Результаты комплексных исследований акватории мидийной фермы в бухте Ласпи (Чёрное море).....	287
Юлдашов М.А., Мустафаева З.А. Современное состояние водных биоценозов Тудакульского водохранилища .....	293

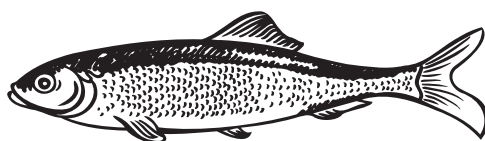
## 2. Аквакультура

Абросимова К.С., Абросимова Н.А., Абросимова Е.Б. Показатели патофизиологических перестроек у молоди бестера при тимпании и незаразном жаберном некрозе .....	298
Абросимова Е.Б., Абросимова Н.А., Колесникова Т.В. Питание личинок кефали-пленгаса <i>Liza haematocheilus</i> , выращиваемых в искусственных системах .....	302
Амвросов Д.Ю., Свицерский В.А. Продукционные показатели самок амурского осётра и калуги, содержащихся в садках тепловодного хозяйства Приморского края .....	305
Арчибасов А.А., Воробьев А.П., Данилова Е.А. Резорбция ооцитов стерляди ( <i>Acipenser ruthenus</i> ) в условиях индустриальных хозяйств .....	311
Варенцова Е.Ю., Королькова М.С. Технология выращивания молоди стерляди ( <i>Acipenser ruthenus</i> ) в Мулинском рыбоводном хозяйстве Нижегородской области .....	314
Гирагосов В.Е., Ханайченко А.Н., Аганесова Л.О., Рауэн Т.В., Смирнов Д.Ю., Баяндина Ю.С., Моисеенко Д.В. Некоторые особенности биотехнологии культивирования черноморского калкана и перспективы её применения в практическом рыбоводстве .....	318
Головин П.П., Головина Н.А. Проблемы охраны здоровья рыб в условиях фермерских хозяйств .....	324
Ёжкин М.А., Бурлаченко И.В., Ефимов А.Б., Суховер К.В. Сравнение заполнения плавательного пузыря у личинок жилой и полупроходной форм судака в условиях аквакультуры .....	328
Казанцева Е.С., Ветров А.М. Искусственное воспроизводство водных биоресурсов Нижней Волги .....	331
Комарова С.Н. Уровень развития зоопланктона в выростных прудах ОАО «Специализированный рыбопроизводный завод растительных рыб» (СРЗРР) при различных плотностях посадки карпа .....	336
Корентович М.А., Порнсопин П. Особенности формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осётра в Королевстве Таиланд .....	341
Крючков В.Г. Факторы, препятствующие результативному, массовому культивированию моллюсков в Чёрном море и пути их преодоления .....	346
Кушникова Л.Б., Ануарбеков С.М., Бадрылова Н.С. Эффективность выращивания посадочного материала радужной форели в разнотипных рыбоводных хозяйствах .....	354
Львов Ю.Б., Корягина Н.Ю. Мутуализм в аквапонных системах .....	358
Морозова М.А., Попова С.Н., Абросимова Н.А. Эффективность применения пробиотических штаммов <i>Vacillus</i> в аквакультуре южного региона .....	361
Пищенко Е.В., Моружи И.В., Цыганкова Ю., Архангельская Е. Влияние пребиотиков на рост сеголетка алтайского зеркального карпа в ООО «Кулон-М» Новосибирской области .....	365
Подунай Ю.А., Давидович Н.А. Дефицит силиката натрия в среде как фактор ингибирования культуры диатомовых водорослей на примере рода <i>Ulnaria</i> .....	370
Попов А.В., Шахманаев А.В. Опыт разведения клариевого сома на геотермальной минерализованной воде в Западной Сибири на рыбном хозяйстве ООО «Пышма-96» .....	375
Пыльнов В.А., Бурлаченко И.В. Эпизоотологический мониторинг по инфекционным болезням рыб. Диагностические аспекты .....	377
Рачек Е.И. Рыбоводно-биологическая характеристика прямых и возвратных гибридов стерляди с калугой при выращивании на тёплых водах Приморья .....	381
Русакова М.А., Хохлова М.А. Технология выращивания стерляди ( <i>Acipenser ruthenus</i> LINNAEUS, 1758) в установках с замкнутым водообменом на примере Можайского про-	

изводственно-экспериментального рыбоводного завода в Московской области .....	387
<b>Старцева М.А., Савенко А.В.</b> Влияние кормов на вкусовые качества гонад морских серых ежей <i>Strongylocentrotus intermedius</i> (AGASSIZ, 1863) .....	390
<b>Статкевич С.В.</b> Выращивание молоди гигантской креветки <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (DE MAN, 1879) в питомниках Крымского полуострова .....	391
<b>Терпугова Н.Ю.</b> Результаты выдерживания предличинок и подращивания личинок веслоноса при различных плотностях посадки в садках личиночно-выростной базы .....	394
<b>Трощенко О.А., Субботин А.А., Ерёмин И.Ю.</b> Пространственно-временная изменчивость лимитирующих факторов среды в районах культивирования двустворчатых моллюсков (прибрежная зона Крыма) .....	398
<b>Филиппова О.П., Зуевский С.Е., Сафронов А.С., Фурсенко Е.Б.</b> Перспективы формирования ремонтно-маточных стад осетровых и их гибридов с преобладанием самок в фермерских хозяйствах с УЗВ .....	402
<b>Чебанов М.С., Галич Е.В., Меркулов Я.Г., Бекбергенова В., Крупский В.Н.</b> Возможности восстановления популяций шипа ( <i>Acipenser nudiiventris</i> LOV.) в прежнем ареале обитания .....	408
<b>Чебанов М.С., Галич Е.В., Меркулов Я.Г., Крупский В.Н.</b> Восстановление видового разнообразия осетровых в бассейне р. Кубань .....	414
<b>Чебанов М.С., Галич Е.В.</b> Маточные стада осетровых рыб: оптимизация круглогодичного воспроизводства и производства пищевой икры в интенсивной аквакультуре .....	419
<b>Шумейко Д.В., Абрамчук А.В., Гаврилкин А.С.</b> Влияние воды, подверженной электромагнитному излучению, на молодь африканского клариевого сома .....	423

### 3. Рыбохозяйственное образование

<b>Абрамчук А.В., Козуб М.А.</b> Роль экологического образования при подготовке студентов направления 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура .....	430
<b>Белялова Л.Э., Деушева Г.Г.</b> Инновационные подходы в формировании экологической этики студенческой молодёжи .....	432
<b>Боймуродов Х.Т., Иззатуллаев З.И., Олимова Д.А.</b> Об использовании новых педагогических и инновационных технологий при преподавании предмета экологии в Самаркандском государственном университете (Узбекистан) .....	434
<b>Деушева Г.Г., Белялова Л.Э.</b> Женщины и окружающая среда: достижения, проблемы и инновации в водном секторе .....	436
<b>Калайда М.А., Борисова С.Д.</b> Формирование здорового образа жизни студентов в рамках научно-исследовательской работы по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» .....	439
<b>Калайда М.А., Хазипов Н.Н., Сафиуллин Р.Р., Калайда А.А.</b> Актуальные стратегии в развитии аквакультуры в Республике Татарстан .....	442
<b>Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В.</b> Подготовка ихтиологов-рыбоводов на базе ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» .....	448
<b>Морузи И.В., Пищенко Е.В., Кропачев Д.В.</b> Подготовка кадров для рыбного хозяйства при многоуровневом образовании в Новосибирском государственном аграрном университете .....	451
<b>Авторский указатель</b> .....	456





## **20-летний юбилей (1998—2018) кафедры водных биоресурсов и аквакультуры. История открытия в Кубанском государственном университете направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» (вместо предисловия)**

Краснодарский край богат водными ресурсами (Азово-Кубанские лиманы — 126 тыс. га, русловые водоёмы на реках Азово-Кубанской равнины — около 50 тыс. га, водохранилища в бассейне Кубани — 48 тыс. га, а также озера, пруды и другие водоёмы), которые можно использовать для товарного рыбоводства. Во второй половине XX в. рыбохозяйственная отрасль края устойчиво занимала лидирующие позиции в стране, с избытком обеспечивая рыбной продукцией не только собственные потребности, но и соседние регионы и даже отправляла свежую рыбу (каarp и толстолобики) в Москву и Ленинград (живорыбными вагонами). К 1990-м гг. рыбная отрасль Краснодарского края выращивала и реализовывала порядка 26—35 тыс. т прудовой рыбы, но начиная с 1991 г. объёмы производства товарной продукции стали резко уменьшаться. В 1996 г. объём выращенной продукции составил лишь 6,5 тыс. т. Резкое снижение производства прудовой рыбы связано в основном с резким удорожанием комбикормов, удобрений, рыбной техники и многими другими причинами. Одной из основных причин — недостаточное обеспечение рыбоводных хозяйств специалистами (рыбоводами и ихтиологами). Часть квалифицированных ихтиологов-рыбоводов на фоне сложной экономической ситуации уходила в коммерческие структуры или другие отрасли народного хозяйства, некоторые на заслуженный отдых, а замены им не было. Основная часть директоров рыбхозов, председателей рыбколхозов, главных рыбоводов не имели специального образования. Причина заключалась в том, что ни один из ВУЗов Краснодарского края, да и всего Северного Кавказа не готовили специалистов рыбохозяйственного профиля (ихтиологов-рыбоводов), хотя потребность в таковых из года в год росла. Дефицит отмечался как в крупных рыбхозах и рыбколхозах, так и в небольших фермерских хозяйствах, занимающихся выращиванием рыбы во внутренних водоёмах нашего региона. Рыбхозы и рыбколхозы, не выдерживая экономических и организационных трудностей, банкротились и распадались. Водоёмы зарастали тростником и рогозом, превращались в болото и становились непригодными для выращивания рыбы. Гидрохимические и ихтиопатологические лаборатории на рыбхозах закрывались из-за отсутствия кадров и достаточного финансирования.

Заведующий лаборатории рыбоводства в водоёмах комплексного назначения Краснодарского НИИ рыбного хозяйства, д-р биол. наук Г.А. Москул, проводя исследования на внутренних водоёмах Северного Кавказа и понимая сложность ситуации, смог консолидировать общее мнение руководителей профильных учреждений и организаций о необходимости начала подготовки рыбохозяйственных кадров для южных регионов России. В 1997 г. руководители рыбопромышленных предприятий В.И. Зуб (Краснодарский край), Г.Д. Тлеуж (Республика Адыгея), а также Ставропольского края, Республики Калмыкия и многие другие обратились с открытым письмом к ректору Кубанского госуниверситета Владимиру Андреевичу Бабешко об открытии специальности по подготовке специалистов — ихтиологов-рыбоводов.

В феврале 1997 г. Учёный совет КубГУ вынес положительное решение, и поручил биологическому факультету, который возглавлял д-р биол. наук, профессор Владимир Яковлевич Нагалецкий, подготовить все необходимые документы для получения лицензии на реализацию специальности «Водные биоресурсы и аквакультура». В состав рабочей группы по подготовке материалов входили заведующий кафедрой зоологии д-р биол. наук Юрий Иванович Абаев и д-р биол. наук Георгий Алексеевич Москул, работавший в то время профессором кафедры зоологии КубГУ на условиях гражданско-правового договора. К сожалению 7 апреля 1997 г. скоропостижно скончался Ю.И. Абаев. Подготовка материалов была полностью возложена на Г.А. Москула, который с 10 апреля 1997 г. перешёл работать профессором кафедры зоологии на условиях штатного научно-педагогического работника. В кратчайшие сроки были подготовлены необходимые документы и представлены на экспертизу в УМО (учебно-методическое объеди-

нение). Комиссия УМО в составе декана рыбохозяйственного факультета Калининградского государственного технического университета Е. Б. Евдокимовой и профессора В.И. Шкицкого дала положительное заключение и порекомендовала обратиться в Министерство общего и профессионального образования РФ для получения лицензии на данный вид деятельности.

В мае 1997 г. (10—12 мая 1997 г.) Г.А. Москул был командирован в Москву в Министерство общего и профессионального образования РФ для представления заявки на получение лицензии для открытия специальности «Водные биоресурсы и аквакультура». В кратчайшие сроки были согласованы необходимые документы и Г.А. Москул вернулся с приказом Минобразования об открытии специальности 311700 — Водные биоресурсы и аквакультура при Кубанском государственном университете (приказ № 872 Минобразования от 12.05.97).

Первый набор студентов был осуществлён в 1998/1999 уч. г. (25 человек). В 2003 г. диплом о высшем образовании с квалификацией «Ихтиолог-рыбовод» по специальности Водные биоресурсы и аквакультура получили 21 человек. Многие из них остались верными своей профессии и продолжают работать в рыбохозяйственной отрасли по своей специальности. Среди них сотрудники управления развития рыбохозяйственного комплекса министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края Степан Анатольевич Купченко — главный консультант отдела организации и регулирования рыболовства и Галина Павловна Золина (Прохорова) — ведущий консультант отдела аквакультуры; Олег Сергеевич Денисенко — вице-президент ООО «Азово-Черноморский научный центр рыбохозяйственных исследований»; Елена Владимировна Моисеевна (Мотрук) — руководитель Школы рыбоводства FishLab; Владислав Николаевич Ятченко — начальник отдела рыбоводства Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» и многие другие.

За 20 лет с момента открытия специальности по направлению «Водные биоресурсы и аквакультура» диплом о высшем образовании получили более 220 выпускников, основная часть которых восполнила кадровый дефицит рыбохозяйственной отрасли края и сопредельных регионов.

Многолетнее и плодотворное сотрудничество кафедры водных биоресурсов и аквакультуры с профильными организациями и учреждениями позволяет студентам полностью осваивать технологические процессы на рыбных заводах, оттачивать методы ихтиологических и рыбохозяйственных исследований в научных учреждениях, включаться в деятельность природоохранных структур, и по окончании обучения прийти в отрасль компетентными специалистами.

В качестве баз практик используются как структурные подразделения университета (Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр, лаборатория перспективных технологий в аквакультуре Бизнес-инкубатора КубГУ), так и профильные учреждения и организации, и, прежде всего: ГБУ КК «Кубаньбиоресурсы», ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства», ФГБНУ «Южный научный центр РАН», Южное отделение ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН», ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», ФГУП «Племенной форелеводческий завод «Адлер», ФГУП «Адлерский производственно-экспериментальный рыбный завод», ОАО «Специализированный рыбопродуктовый завод растительноядных рыб», ФГУП «Темрюкский осетровый рыбный завод», Южный производственный осетрово-рыбный центр ФГБУ «Главрыбвод» и многие другие.

Следует отметить, что начиная с 2005 г., рыбная отрасль Краснодарского края постепенно стала повышать объёмы производства рыбной продукции и к настоящему времени они достигли уровня более 15 тыс. т в год. Безусловно, в этом, в том числе, есть и заслуга выпускников кафедры водных биоресурсов и аквакультуры биологического факультета Кубанского государственного университета.

**А.В. Абрамчук**

*канд. с-х. наук, заведующий кафедрой водных биоресурсов и аквакультуры КубГУ*

# 1. Биологические ресурсы внутренних водоёмов



УДК 597.42(282.247.38)

## МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГУСТЕРЫ *Blicca bjoerkna* (LINNAEUS, 1758) ВОДОЁМОВ БАСЕЙНА КУБАНИ

А.В. Абрамчук, Н.Г. Пашинова, Г.А. Москул

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: apilab@yandex.ru

Густера (*Blicca bjoerkna* (LINNAEUS, 1758)) населяет водоёмы бассейнов Балтийского, Чёрного, Азовского, Каспийского морей. Широко распространена во всех водоёмах бассейна Кубани (реки, озёра, лиманы, водохранилища, пруды), отсутствует лишь в горных реках и озёрах с холодной водой. Предпочитает водоёмы со слабопроточной или непроточной водой. Малоподвижная рыба, долго держится на одном месте.

Морфология, биология и экология густеры водоёмов бассейна Кубани изучены недостаточно. Имеющиеся в литературных источниках данные (Абаев, 1971; Москул, 1994, 1998), не раскрывают полную биологическую характеристику этого вида. Поэтому в задачу исследования входило изучение основных морфобиологических и экологических характеристик популяции густеры из различных водоёмов бассейна Кубани.

Ихтиологический материал по меристическим и пластическим признакам, а также по основным биологическим показателям (размножение, плодовитость, питание, рост, упитанность и др.) популяции густеры водоёмов бассейна Кубани собирали и обрабатывали по общепринятым методикам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Собранный материал подвергали полному биологическому анализу: измеряли, взвешивали, отбирали пробы на плодовитость и питание, а также чешую для определения возраста. Пробы на плодовитость отбирали осенью, а также в преднерестовый и нерестовый периоды. Районы нерестилищ и сроки размножения устанавливали по концентрации производителей на местах нереста, а также по наличию самок с гонадами IV—V стадий зрелости. Для определения пищевого спектра густеры, пробы отбирали в течение всего периода нагула рыб. Цифровую обработку полученных материалов проводи-

ли общепринятыми в ихтиологии методиками (Лакин, 1990).

Всего собрано, обработано и проанализировано (измерено, взвешено, определён возраст и упитанность рыб) — 1 280 разновозрастных экземпляров густеры, в том числе из них отобрано на морфологический анализ (меристические и пластические признаки) — 69 экз., на плодовитость — 216 экз., на питание рыб (анализ содержимого кишечного тракта) — 54 экз.

Густера (*Blicca bjoerkna* (LINNAEUS, 1758)) по форме и окраске тела очень похожа на молодых лещей, от которых отличается двурядными глоточными зубами, а также более коротким анальным плавником (у леща A III 24—30).

Тело довольно высокое и сжатое с боков, по спине и затылку проходит бороздка, не покрытая чешуёй. За брюшными плавниками киль, не покрытый чешуёй. Лопастей хвостового плавника приблизительно одинаковой длины, непарные плавники короткие. Первые жёсткие лучи в спинном и анальном плавниках не зазубренные.

Окраска тела темновато-серебристая. Спина тёмная, бока серебристые. Плавники на конце серого цвета. Грудные и брюшные плавники с желтоватым оттенком, у основания — красноватые. Голова сравнительно маленькая. Глаза большие. Рот небольшой, кося, полунижний.

Популяция густеры Краснодарского вдхр. (бассейн р. Кубань) обладает следующими морфологическими признаками: глоточные зубы двурядные 2.5—5.2, на 1-й жаберной дуге — 13—18 жаберных тычинок, в среднем  $15,26 \pm 0,126$ , количество чешуй в боковой линии колеблется от 46 до 49, в среднем  $47,3 \pm 0,075$ , позвонков  $37,6 \pm 0,126$  с колебаниями от 36 до 41, в спинном плавнике 3

жестких луча и от 8 до 10 ветвистых, в среднем  $8,41 \pm 0,075$  (D III 8—10 чаще 9), в анальном плавнике 3 жестких луча и 18—23 ветвистых, в среднем  $22,30 \pm 0,126$  (A III 18—23). Длина туловища колеблется от 76,15 до 81,35 % длины тела, составляя в среднем  $78,95 \pm 0,141$  %

длины тела, голова составляет  $19,91 \pm 0,139$  % длины тела, длина рыла  $29,42 \pm 0,258$  % длины головы (табл. 1).

Как видно из данных табл. 1, коэффициенты вариации меристических и пластических признаков густеры Краснодарского

Таблица 1

Морфология густеры Краснодарского водохранилища (n = 89)

Показатель	Min	Max	M ± m	Sx	Cv, %
Масса рыбы, г	98,40	390,54	$167,78 \pm 7,357$	61,51	36,65
Общая длина рыбы (L), см	18,67	33,29	$23,62 \pm 0,368$	3,08	1,83
Длина тела без С (l), см	14,80	26,00	$19,12 \pm 0,282$	2,36	1,41
<i>Меристические признаки</i>					
Чешуй в боковой линии	46,00	49,00	$47,3 \pm 0,075$	0,63	0,37
Чешуй над боковой линией	8,00	11,00	$9,74 \pm 0,076$	0,63	0,38
Чешуй под боковой линией	6,00	9,00	$7,98 \pm 0,075$	0,63	0,37
Число неветвистых лучей в Д	3,00	3,00	$3,00 \pm 0,000$	0,00	0,00
Число ветвистых лучей в Д	7,00	10,00	$8,41 \pm 0,075$	0,63	0,38
Число неветвистых лучей в А	3,00	3,00	$3,00 \pm 0,000$	0,00	0,00
Число ветвистых лучей в А	18,00	23,00	$22,30 \pm 0,126$	1,05	0,63
Число тычинок на 1-ой жаб. дуг	13,00	18,00	$15,26 \pm 0,126$	1,05	0,62
Число позвонков	36,00	41,00	$37,6 \pm 0,126$	1,05	0,63
Длина головы, см	3,28	5,87	$4,56 \pm 0,065$	0,54	0,32
<i>Пластические признаки в % длины тела</i>					
Длина туловища	76,15	81,35	$78,95 \pm 0,141$	1,18	0,71
Длина хвостового стебля	9,13	15,76	$13,59 \pm 0,167$	1,39	0,83
Длина головы	18,42	23,97	$19,91 \pm 0,139$	1,17	0,69
Длина рыла	3,84	8,62	$5,94 \pm 0,120$	1,01	0,59
Заглазничный отдел головы	7,56	12,16	$9,87 \pm 0,116$	0,97	0,57
Диаметр глаза горизонтальный	4,16	6,97	$5,91 \pm 0,071$	0,59	0,35
Ширина лба	5,58	9,85	$7,83 \pm 0,107$	0,89	0,53
Высота головы у затылка	16,66	19,86	$17,66 \pm 0,081$	0,67	0,40
Наибольшая высота тела	34,20	45,98	$40,57 \pm 0,296$	2,48	1,48
Наименьшая высота тела	9,76	12,63	$11,67 \pm 0,072$	0,60	0,36
Антедорсальное расстояние	49,86	59,74	$55,85 \pm 0,249$	2,08	1,24
Постдорсальное расстояние	31,43	40,66	$35,67 \pm 0,232$	1,94	1,16
Расстояние Р-V	21,09	27,33	$24,69 \pm 0,157$	1,31	0,78
Расстояние V-A	19,89	27,07	$23,86 \pm 0,181$	1,51	0,90
Длина основания Д	11,97	15,46	$13,82 \pm 0,088$	0,73	0,44
Наибольшая высота Д	22,64	30,19	$26,68 \pm 0,190$	1,59	0,95
Длина основание А	19,70	30,39	$27,06 \pm 0,269$	1,63	0,97
Наибольшая высота А	15,57	20,96	$18,42 \pm 0,136$	1,13	0,67
Длина Р	17,05	24,16	$19,84 \pm 0,179$	1,49	0,89
Длина V	14,95	20,26	$17,95 \pm 0,134$	1,12	0,66
<i>Пластические признаки в % длины головы</i>					
Длина рыла	24,25	34,50	$29,42 \pm 0,258$	2,15	1,28
Заглазничный отдел головы	41,42	58,75	$48,55 \pm 0,436$	3,64	2,17
Диаметр глаза горизонтальный	24,91	34,36	$30,81 \pm 0,238$	1,98	1,18
Высота головы у затылка	59,45	83,75	$78,46 \pm 0,612$	5,12	3,04
Ширина лба	32,95	45,41	$39,65 \pm 0,314$	2,62	1,56

водохранилища ни по одному из показателей не превышают 10 %. Согласно Г.Ф. Лакину (1990), 10 % варьирования считается слабым. Наибольшей степенью варьирования характеризуются такие показатели, как наибольшая высота тела ( $C_v$  — 1,48 %), антедорсальное расстояние ( $C_v$  — 1,24 %), постдорсальное расстояние ( $C_v$  — 1,16 %) и все пластические признаки в процентах от длины головы (заглазничный отдел головы — 2,17 %, высота головы у затылка — 3,04 %, ширина лба — 1,56 %, горизонтальный диаметр глаза — 1,18 %).

Обитает густера в медленно текущих или стоячих, хорошо прогреваемых водах, реже встречается в осолонённых лиманах. В горных, быстротекущих и холодных речках не встречается. Предпочитает обитать в местах с глинисто-илистым дном, вблизи небольших зарослей макрофитов. Густера ведёт оседлый образ жизни. Наиболее многочисленна на участках рек с малым течением (реки Азово-Кубанской равнины), а также в кубанских лиманах и водохранилищах. Реже встречается в самой Кубани и левобережных притоках

(Большой и Малый Зеленчуки, Уруп, Лаба, Белая, Пшиш, Псекупс, Афипис и др.).

Темп роста густеры как в реках, так и в лиманах и водохранилищах замедленный. В 2-х летнем возрасте средняя длина тела колеблется по водоёмам от  $11,4 \pm 0,03$  до  $14,5 \pm 0,01$  см, составляя в среднем  $12,6 \pm 0,02$  см (табл. 2).

Данные табл. 2 показывают, что наиболее интенсивно густера растёт в Краснодарском вдхр. Так шестилетки (5+) здесь достигают массы  $438,6 \pm 0,03$  г, а в Кубанских лиманах всего лишь  $298,4 \pm 1,23$  г. Интенсивный рост густеры в Краснодарском вдхр. объясняется хорошими условиями для нагула (высокая кормовая база, удовлетворительный как гидрологический, так и гидрохимический режимы).

Проведённый анализ удельной скорости роста среди разных возрастных групп густеры Краснодарского вдхр. показал, что как по массе, так и по длине наблюдается чёткая тенденция к снижению скорости роста с возрастом рыбы (табл. 3). Наиболее высокая удельная скорость роста по длине наблюдается до че-

Таблица 2

Среднемноголетний рост густеры в различных водоёмах (по данным 1976—2008 гг.)

Возраст	Водоём				Средняя по всем водоёмам
	Краснодарское вдхр.	Крюковское вдхр.	Кубанские лиманы	Азово-Кубанские равнинные реки	
0+	$8,5 \pm 0,04$	$7,6 \pm 0,02$	$8,8 \pm 0,04$	$7,5 \pm 0,05$	$7,9 \pm 0,001$
	$14,3 \pm 0,12$	$12,2 \pm 0,15$	$16,3 \pm 0,13$	$12,4 \pm 0,21$	$13,7 \pm 0,03$
1+	$12,6 \pm 0,01$	$11,4 \pm 0,03$	$14,5 \pm 0,01$	$12,2 \pm 0,01$	$12,6 \pm 0,02$
	$52,3 \pm 0,13$	$48,8 \pm 0,21$	$65,4 \pm 0,22$	$48,4 \pm 0,21$	$53,1 \pm 0,11$
2+	$16,5 \pm 0,03$	$14,4 \pm 0,08$	$15,5 \pm 0,02$	$14,3 \pm 0,01$	$15,0 \pm 0,01$
	$125,3 \pm 0,22$	$86,7 \pm 0,23$	$102,4 \pm 0,11$	$115,6 \pm 0,13$	$99,7 \pm 0,38$
3+	$19,7 \pm 0,02$	$16,8 \pm 0,07$	$17,5 \pm 0,01$	$19,6 \pm 0,06$	$18,1 \pm 0,02$
	$210,3 \pm 0,21$	$148,4 \pm 0,18$	$134,8 \pm 0,27$	$198,3 \pm 0,65$	$164,8 \pm 0,52$
4+	$21,2 \pm 0,05$	$21,6 \pm 0,08$	$20,7 \pm 0,01$	$21,5 \pm 0,05$	$20,9 \pm 0,01$
	$345,6 \pm 0,12$	$312,7 \pm 0,62$	$210,7 \pm 0,38$	$265,8 \pm 1,05$	$286,6 \pm 0,91$
5+	$23,4 \pm 0,01$	$23,4 \pm 0,01$	$22,4 \pm 0,06$	$22,4 \pm 0,08$	$22,6 \pm 0,01$
	$438,6 \pm 0,03$	$392,2 \pm 1,12$	$298,4 \pm 1,23$	$341,7 \pm 1,37$	$361,4 \pm 0,94$
6+	$25,5 \pm 0,06$	—	$24,6 \pm 0,05$	—	$25,1 \pm 0,01$
	$496,3 \pm 0,54$	—	$362,7 \pm 0,31$	—	$429,5 \pm 0,89$
7+	$27,8 \pm 0,02$	—	$26,6 \pm 0,01$	—	$27,2 \pm 0,01$
	$512,4 \pm 0,72$	—	$458,5 \pm 0,38$	—	$485,4 \pm 0,36$
8+	$30,7 \pm 0,03$	—	—	—	$30,7 \pm 0,03$
	$620,7 \pm 0,48$	—	—	—	$620,7 \pm 0,48$
N	562	138	270	125	236

Примечание — в числителе — длина ( $M \pm m$ , см), в знаменателе — масса ( $M \pm m$ , г)

Удельная скорость роста густеры Краснодарского водохранилища

Возраст, лет	Длина, см		Cv, г	Масса, г		Cv, см	N
	Min–max	$\bar{x} \pm m_x$		Min–max	$\bar{x} \pm m_x$		
0+	7,5–9,2	8,5 ± 0,04	—	12,4–15,3	14,3 ± 0,12	—	47
1+	11,8–13,4	12,6 ± 0,01	0,396	34,6–60,5	52,3 ± 0,13	1,296	69
2+	14,6–17,2	16,5 ± 0,03	0,267	97,6–135,4	125,3 ± 0,22	0,875	78
3+	18,4–20,2	19,7 ± 0,02	0,177	186,2–242,1	210,3 ± 0,21	0,518	88
4+	20,8–22,4	21,2 ± 0,05	0,074	288,4–392,1	345,6 ± 0,12	0,495	96
5+	22,8–24,4	23,4 ± 0,01	0,099	396,8–450,3	438,6 ± 0,03	0,239	84
6+	24,6–26,1	25,5 ± 0,06	0,085	455,2–505,4	496,3 ± 0,54	0,124	54
7+	26,3–27,6	26,8 ± 0,02	0,051	509,8–545,5	512,4 ± 0,72	0,030	28
8+	27,8–29,2	28,7 ± 0,03	0,069	594,5–665,2	620,7 ± 0,48	0,193	18
Средняя	19,4–21,1	20,3 ± 0,05	0,152	286,2–334,6	289,5 ± 1,32	0,471	

Примечание — Cv — удельная скорость роста

тырёхлетнего возраста (3+), а далее идёт резкое снижение. Максимальная скорость роста как по массе, так и по длине наблюдается до наступления половой зрелости рыб, а с наступлением половой зрелости она заметно снижается.

Удельная скорость роста для популяции густеры Краснодарского вдхр. составляет 0,152 г и 0,471 см. Полученные данные подтверждают замедленный рост густеры.

Половая зрелость у густеры водоёмов бассейна Кубани наступает в 2—3 года, при длине самцов 11—12 см, самок — 13—14 см. Икрометание порционное. Нерест проходит в весенний период (апрель-июнь), при температуре воды 16—17 °С. Она вымётывает икру в два-три приёма за лето, с промежутками в 10—11 дней. Икра клейкая, откладывается на затопленную растительность на глубине 40—60 см.

В период нереста цвет самок густеры становится ярко-серебристым, парные плавники приобретают светло-оранжевый оттенок. У самцов на голове и на теле появляются эпителиальные бугорки (брачный наряд).

Плодовитость самок густеры Краснодарского вдхр. колеблется от 16,5 до 96,4 тыс. икринок (табл. 4). Диаметр зрелых икринок 0,8—1,2 мм. Развитие икры длится от 3 до 6 сут.

Анализ абсолютной плодовитости густеры Краснодарского вдхр. в зависимости от

возраста самок показывает, что она равномерно увеличивается от младших к старшим возрастным группам, и колеблется от 9,6 тыс. икринок у трёхлеток до 102,5 тыс. икринок — у восьмилеток, составляя в среднем для популяции  $52,6 \pm 0,40$  тыс. икринок (табл. 4).

Как видно из данных табл. 4, плодовитость густеры Краснодарского водохранилища увеличивается с увеличением возраста и роста самок.

Анализ содержимого пищеварительного тракта показал, что густера водоёмов бассейна Кубани питается в основном, беспозвоночными организмами (хирономиды, веснянки, мизиды, гаммариды и другие придонные и донные организмы), мелкими моллюсками, а также зоопланктоном. Интенсивность питания густеры начинается с марта, при температуре воды выше 12 °С и длится до ноября. Индексы наполнения кишечного тракта колеблются от 154,34 до 229,82 ‰.

Исследования, проведённые по изучению морфобиологических и экологических показателей густеры водоёмов бассейна Кубани показали, что она достигает половой зрелости на втором-третьем году жизни, при длине самцов 11—12 см, самок — 13—14 см. Нерест проходит в весенний период (апрель — июнь), при температуре воды 16—17 °С. Плодовитость колеблется от 9,6 до 102,5 тыс. икринок, составляя в среднем для популяции  $52,6 \pm 0,40$  тыс. икринок. Как абсолютная, так

Таблица 4

## Индивидуальная плодовитость густеры Краснодарского водохранилища

Возраст	Длина, см		Масса, кг		Масса гонад, г	
	$M \pm m$	lim	$M \pm m$	lim	$M \pm m$	lim
2+	$17,6 \pm 0,09$	16,5—18,2	$182,5 \pm 1,88$	175,4—210,3	$9,56 \pm 0,13$	8,26—10,7
3+	$20,4 \pm 0,23$	14,8—21,4	$235,6 \pm 2,93$	215,7—298,5	$13,6 \pm 0,16$	12,2—16,8
4+	$22,6 \pm 0,04$	21,8—23,0	$354,4 \pm 2,19$	325,6—398,2	$28,9 \pm 0,35$	19,8—31,4
5+	$24,5 \pm 0,05$	23,5—25,6	$447,5 \pm 1,47$	399,5—456,6	$57,2 \pm 0,41$	45,6—61,5
6+	$26,2 \pm 0,06$	25,8—27,2	$487,6 \pm 1,76$	468,2—509,4	$82,6 \pm 0,58$	72,6—86,2
7+	$28,4 \pm 0,07$	27,6—28,8	$521,5 \pm 1,33$	510,7—534,5	$96,2 \pm 0,67$	87,4—99,5
Средн.	$23,3 \pm 0,08$	21,7—24,0	$371,5 \pm 1,93$	349,2—395,4	$48,1 \pm 0,40$	40,9—51,1

Возраст	Плодовитость			Коэффициент зрелости гонад, %	N
	Абсолютная, тыс. шт.		Относительная, икр./г		
	$M \pm m$	lim			
2+	$10,4 \pm 0,10$	9,6—11,5	56,9	5,24	23
3+	$16,5 \pm 0,15$	13,2—17,4	70,0	5,77	42
4+	$34,2 \pm 0,23$	28,6—36,2	96,5	8,15	53
5+	$68,6 \pm 0,48$	52,6—71,4	153,2	12,78	67
6+	$87,5 \pm 0,56$	75,2—88,4	179,4	16,94	32
7+	$98,4 \pm 0,74$	89,2—102,5	188,6	18,45	22
Средн.	$52,6 \pm 0,40$	44,7—54,6	124,1	11,22	

и относительная плодовитость густеры Краснодарского водохранилища увеличивается с увеличением возраста и роста самок.

Анализ содержимого пищеварительного тракта показал, что густера водоёмов бассейна Кубани питается в основном, беспозвоночными организмами (хирономиды, веснянки, мизиды, гаммариды и другие придонные и донные организмы), мелкими моллюсками, а также зоопланктоном. Индексы наполнения кишечного тракта колеблются от 154,34 до 229,82 ‰.

Растёт густера в водоёмах бассейна Кубани медленно. В 2-х летнем возрасте средняя длина тела равна  $12,6 \pm 0,02$  см. Наиболее

интенсивно густера растёт в Краснодарском вдхр. Отдельные особи достигают массы 534,5 г, а средняя масса для популяции составляет  $438,6 \pm 0,03$  г. Удельная скорость роста для популяции густеры Краснодарского вдхр. составляет 0,152 г и 0,471 см. Эти показатели говорят о замедленном росте густеры в водоёмах бассейна Кубани.

Густера по своей хозяйственной значимости в водоёмах бассейна Кубани относится к малоценным рыбам. Уловы её в Краснодарском вдхр. колеблются по годам от 0,5 до 3 т. Эта рыба является объектом любительского рыболовства.

## Литература

- Абаев Ю.И.** Биологическое обоснование реконструкции ихтиофауны Шапсугского и Шенджийского водохранилищ Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1971.
- Лакин Г. Ф.** Биометрия. М., 1990.
- Москул Г.А.** Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. СПб: ГОСНИОРХ, 1994.
- Москул Г.А.** Рыбы водоёмов бассейна Кубани. Краснодар: КрасНИИРХ, 1998.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: 1966.
- Чугунова Н.И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959.

УДК 551.579.4

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕРХОВИЙ Р. ГРУШЕВАЯ**

В.М. Авдеева

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия

e-mail: one.tory@yandex.ru

В условиях ухудшающейся экологической обстановки во многих регионах России с особой остротой встаёт вопрос охраны и восстановления водных объектов, в том числе малых рек, водоёмов, обеспечения населения питьевой водой. Велико значение малых рек и других водных объектов и в общем природном комплексе.

Влияние индустриального и коммунального комплексов г. Ставрополя на загрязнение водотоков самое непосредственное, поскольку на водораздельной части возвышенности располагаются Северо-западная и Юго-западная промзоны. Здесь широко развита сеть технологических, канализационных и других водонесущих коммуникаций, которые при утечке способствуют загрязнению подземных вод, которые разгружаясь через родники, могут загрязнять поверхностные водотоки (Дементьев, 2010). Кроме того, загрязнение водотоков происходит и за счёт хозяйственно-бытовых стоков.

Так, р. Грушевая протекает по территории Шпаковского района Ставропольского края. По данным государственного водного реестра России относится к Донскому бассейновому округу, водохозяйственный участок реки — Егорлык от Новотроицкого гидроузла

и до устья, речной подбассейн реки — бассейн притоков Дона ниже впадения Северского Донца (Блохин, Блохина, 2001; Государственный водный реестр ... , 2007). Длина речки 19 км. Площадь бассейна 63 км<sup>2</sup>. Её истоки в юго-западном районе г. Ставрополь, в лесном массиве, примыкающем к городу. Исток реки находится на высоте 620 м над ур. моря. Впадает в Сенгилеевское водохранилище (см. рисунок) на высоте 230 м, но поверхностный сток в озеро отсутствует, так как устье теряется под землёй, недалеко от хут. Садовый. Река имеет падение 390 м и уклон 23 м на 1 км. Средняя скорость течения 0,16 м/с, средняя глубина в межень 15 см (Блохин, Блохина, 2001). Питание смешанное, из атмосферных осадков и родниковое. Благодаря родникам, речка имеет постоянный годовой сток. По своим гидроморфометрическим характеристикам относится к малым рекам (Ресурсы поверхностных вод СССР ... , 1964).

В верхних участках р. Грушевая находится насосная станция, которая, не справляясь с объёмом воды после дождей осуществляет в неё аварийные сбросы, без предварительной очистки, ливневого стока юго-западного промышленного узла, включающего в себя завод «Сигнал», котельную теплосети, ТК «Юж-



Рис. Река Грушевая, зонирование.



Химический состав воды в верховьях р. Грушевая в сухую погоду, мг/дм<sup>3</sup>

Показатель	ПДК <sup>рх</sup>	Исток (родник)	Ниже верхнего сброса	Ниже последнего сброса	Ниже границы города
БПК <sub>полн.</sub>	3,0	3,4	3,2	3,3	3,0
Взвешенные вещества	42	106	217	224	151
Сухой остаток	1 000	851	875	985	934
Водородный показатель, рН	6,5—8,5	7,7	8,0	8,1	8,1
Хлорид-анион	300	197	207	321	421
Аммоний-ион	0,5	0,2	0,5	0,5	0,4
Нитрат-анион	40	1,0	3,6	3,7	3,9
Нитрит-анион	0,08	0,12	0,10	0,10	0,10
Сульфат-анион	100	10,0	9,8	10,1	10,0
Фосфат-ион	0,05	0,06	0,05	0,06	0,12

ный» и ряд автопредприятий. Так же по ул. Роз нами выявлено 2 сброса сточных вод. Исходя из этого мы установили 4 места отбора проб: 1 — исток р. Грушевой (район насосной станции); 2 — сброс № 1 сточных вод с проезда Елецкого; 3 — сброс № 2 сточных вод с пересечения ул. Роз, 41 и ул. Плевенской; 4 — р. Грушевая ниже города на 500 м.

Отбор проб осуществляли согласно ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Исследования проводили совместно с НУЛ «Экоаналитическая лаборатория исследований окружающей среды» ЦКП СКФУ по методикам соответствующие ГОСТ для количественного химического анализа воды. Анализ содержания загрязняющих веществ проводили по 10 показателям (ГОСТ 31861-2012 Вода., 2014). Использовали нормативы ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения (Приказ Минсельхоза России ..., 2016).

Из результатов лабораторных исследований (см. таблицу) следует, что уже в своём истоке вода поступающая из родников в реку уже превышают ПДК по нескольким показателям — БПК<sub>полн.</sub>, взвешенные вещества, нитриты и фосфаты.

Далее после поверхностного дождевого сброса с городских территорий превыше-

ние ПДК становится более существенным по указанным выше показателям. К ним также можно добавить ионы аммония. В целом большинство показателей качества воды имеет тенденцию к повышению по мере удаления от истока. При этом ниже города качество воды частично улучшается и этого становится достаточным для существования типичной ручьевой ихтиофауны (Дементьев, 1993).

Однако после дождей и, особенно, после ливней река превращается в жёлто-серый не прозрачный поток. Все изученные показатели повышаются многократно — с превышением ПДК<sup>рх</sup> до 10—15 раз (Экологический паспорт города Ставрополя, 1995). Таким образом, город, находящийся на горе, существенно очищается от мусора посредством стока воды с мусором по подобным речкам. Следует отметить, что для г. Ставрополя характерны ливни при которых тонут даже автомобили. Таким образом, с экологической точки зрения р. Грушевая, как и другие подобные реки Ставропольской возвышенности фактически служат системой для сброса мусора и грязи на равнинную часть Ставрополя. При попадании этих загрязнений в питьевые водоёмы это приводит к ухудшению здоровья населения (Дементьева, Смольникова, Дементьев, 2011).

### Литература

Блохин Н.Ф., Блохина Т.И. Водные ресурсы Ставрополя. Ставрополь: Департамент Ставрополькрайводхоз, 2001.

ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. 2014. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520> (дата обращения: 26.02.18).

Государственный водный реестр РФ: Грушевая, 2007. URL: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=171810> (дата обращения: 26.02.18).

Дементьев М.С. Ихтиофауна окрестностей г. Ставрополя // Фауна Ставрополья. Ставрополь, 1993. Вып. 5. С. 26—32.

Дементьев М.С. Проблемы рек-ручьев русского леса // Вузовская наука — Северо-Кавказскому региону. Том 1. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки: материалы XIV регион. науч.-тех. конф. Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. С. 162—163.

Дементьева Д.М., Смольникова В.В., Дементьев М.С. Влияние подпороговых концентраций различных веществ в почвах и водоёмах Ставропольского края на заболеваемость детского населения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Том 13 (1—7). С. 1585—1588.

Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» URL: <http://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minselhoza-Rossii-ot-13.12.2016-N-552> (дата обращения: 26.02.18).

Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 7. Донской район / под ред. Д.Д. Мордухай-Болтовского. Л.: Гидрометеиздат, 1964.

Экологический паспорт города Ставрополя. Ставрополь: Орфей, 1995.

УДК 639.3.03

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТЕРЛЯДИ В АЗОВО-ДОНСКОМ РАЙОНЕ

Е.А. Байдук

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия  
e-mail: elenasamoilova92@yandex.ru

Стерлядь *Acipenser ruthenus* — пресноводный представитель семейства Acipenseridae, обладающая высокими вкусовыми и потребительскими качествами. Имеющиеся данные по промысловой статистике в бассейне р. Дон за 1946—1952 гг. свидетельствуют, что самая весомая часть уловов в этот период — 20,7 % — приходилась на туводные формы: щуку, сома и стерлядь. Уловы стерляди составляли 1,1 %, в то время как других осетровых — 0,25 %. На долю азовских полупроходных видов — леща, сазана и судака — приходилось 18,7 %, проходной сельди — 4,5 % и жереха, язя, чехони, рыбца, вырезуба — 0,35 % (Проблема сохранения ... , 2009). Объёмы добычи стерляди на протяжении реки 270 км без учёта участка, занимаемого ныне Цимлянским водохранилищем, в среднем ежегодно составлял более 2 т.

До зарегулирования ареал стерляди по р. Дон распространялся от Таганрогского за-

лива и выше г. Воронеж до Иванозера (рис. 1).

До строительства Цимлянского водохранилища участки лова стерляди располагались в районе г. Азова и ст-цы Елизаветинской, от ст-цы Романовской до ст-цы Пятиизыбинской (ныне Цимлянское водохранилище), в низовьях рр. Медведица и Хопёр, по Дону вплоть до г. Воронежа (5 участков), а также по р. Северский Донец вплоть до Луганска. Эпизодически встречалась в Таганрогском заливе, авандельте и дельте р. Дон, в нижнем течении рр. Маныч и Северский Донец, у слияния Вороны с Хопром.

Согласно статистическим данным, приведённым С.В. Яковлевым (2004), после строительства Цимлянского водохранилища вылов стерляди на различных участках бассейна р. Дон в период 1957—1971 гг. постоянно снижался. Так, в Цимлянском водохранилище в 1963 г. вылавливали 21,8 т стерляди, к 1969 г. этот показатель снизился до 0,2 т, т. е.

более чем в 100 раз.



Рис. 1. Участки лова стерляди до строительства Цимлянского водохранилища (по Некоторым аспектам ..., 2011):

- — участки постоянного присутствия стерляди;
- — участки эпизодического присутствия стерляди;
- 1 — Таганрогский залив; 2 — авандельта Дона;
- 3 — дельта Дона; 4 — г. Азов; 5 — ст-ца Елизаветинская; 6 — хут. Весёлый; 7 — ст-ца Кочетовская;
- 8 — участки лова на Северском Донце; 9 — ст-ца Романовская; 10 — хут. Малая Лучка; 11 — ст-ца Нижнее-Курмоярская; 12 — ст-ца Верхнее-Курмоярская; 13 — ст-ца Нагавская; 14 — хут. Зимовской; 15 — хут. Рычков; 16 — ст-ца Пятиизбинская; 17 — участки лова на р. Медведица;
- 18 — участки лова на р. Хопёр; 19 — г. Богучар; 20 — г. Павловск; 21 — оз. Погоново; 22—23 — участки лова в районе г. Воронеж; 24 — участки лова в Хопёрском заповеднике

В Верхнем Дону (Ростовская обл.) и Нижнем Дону с притоками с 1965 по 1970 гг. уловы стерляди уменьшились соответственно с 1,4 до 0,2 т и 1,0 до 0,6 т.

Более стабильно, но при невысоких величинах в основном 0,2—0,8 т, вылавливалась стерлядь в р. Дон выше водохранилища (Волгоградская обл.). Максимальные уловы в этом районе составляли 4,0 и 2,4 т в 1963 и 1967 гг. соответственно, минимальные — 0,1 т в 1970 г.

С 1972 г. стерлядь не фигурирует в промысловой статистике, что следует рассматри-

вать как факт снижения её запасов повсеместно в бассейне р. Дон.

Основная причина потери стерляди как промыслового объекта — нарушение анадромных миграций и естественного нереста вследствие зарегулирования стока р. Дон и его притоков (Макаров, Житенева, Абросимова, 2000). Для эффективного нереста стерляди, как и других видов осетровых, требуется наличие хорошо промытых грунтов. Активное гидротехническое строительство, особенно после реконструкции Кочетковского гидроузла в 1971 г. и строительства Николаевского и Константиновского гидроузлов, привело к резкому уменьшению скорости течения рек (на отдельных участках более чем в 6 раз) и, как следствие, потере нерестилищ из-за заиливания.

В настоящее время в реке ниже этих водохранилищ стерлядь практически не встречается (рис. 2).

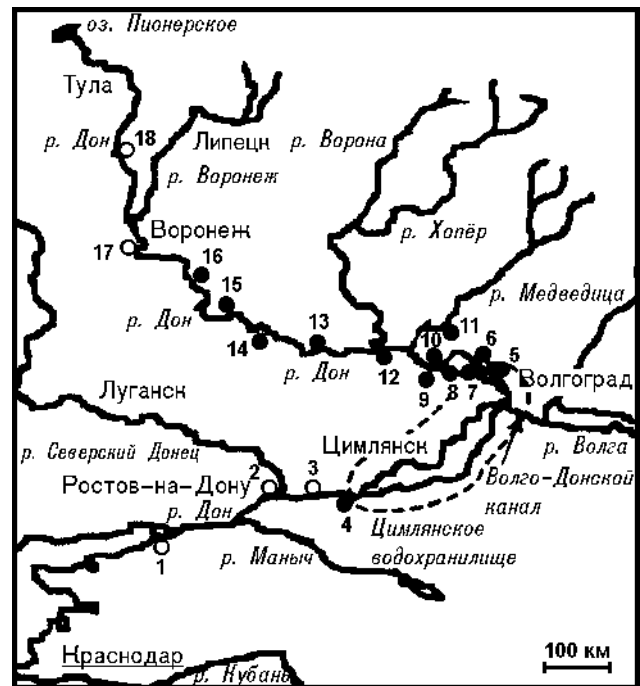


Рис. 2. Участки лова стерляди в настоящее время (Проблема сохранения ..., 2009):

- — участки постоянного присутствия стерляди;
- — участки эпизодического присутствия стерляди;
- 1 — г. Азов; 2 — ст-ца Кочетовская; 3 — ст-ца Николаевская; 4 — ст-ца Романовская; 5 — ст-ца Песковатка; 6 — хут. Каменский; 7 — ст-ца Кременская; 8 — хут. Пререкопка; 9 — ст-ца Распопинская; 10 — хут. Беляевский; 11 — хут. Ярской; 12 — ст-ца Усть-Хопёрская; 13 — ст. Вёшенская; 14 — г. Богучар; 15 — г. Павловск; 16 — г. Лиски; 17 — пос. Гремячье; 18 — г. Задонск

Наиболее значимые участки лова стерляди в настоящее время располагаются в районе ст-цы Романовской (ниже Цимлянского водохранилища), и выше водохранилища у ст-цы Песковатка, хут. Каменского, ст-цы Кременской, хут. Перекопка, ст-цы Распопинской и хут. Беляевского, в нижнем течении р. Медведицы у хут. Ярского, при впадении р. Хопёр в р. Дон и по Дону до г. Лиски. Эпизодически стерлядь встречается у г. Азова, ст-ц Кочетовской и Николаевской, пос. Гремячье возле г. Воронежа и г. Задонска.

Колебание значений промыслового использования стерляди в 1960—1970-х гг. в Цимлянском водохранилище свидетельствует о нестабильности и неспециализированности этого вида промысла. Вместе с тем, отмечается чёткая тенденция к уменьшению величин добычи стерляди. Существенный ущерб популяции стерляди в Цимлянском водохранилище нанесла зима 1974 г., когда по невыясненным причинам произошла её массовая гибель.

Высокая интенсивность промысла в Верхнем плёсе Цимлянского водохранилища, не даёт возможности закрепиться рыбам, мигрирующим в нижние участки водоёма из р. Дон. Выше водохранилища стерлядь встречается значительно чаще вплоть до Липецкой области. Присутствует она и в крупных притоках р. Дон: Хопре и Медведице. Однако нигде не образует промысловых скоплений, что стало основой её включения в Красную книгу.

Статистически достоверные данные об уловах донской стерляди отсутствуют, ввиду потери с конца 1980-х гг. промыслового значения. Если до начала 1980-х гг. промысел стерляди был разрешён и реализовался в основном за счёт небольшого прилова, то с конца 1980-х гг. стерляди в р. Дон практически нет.

Таким образом, антропогенное преобразование стока р. Дон и её притока Северский Донец, начатое в начале XX в. и продолженное после 1952 г., нанесло непоправимый ущерб популяции стерляди, как и всем осетровым видам рыб.

Увеличение транспортного потока крупнотоннажных судов предполагает вве-

дение в эксплуатацию нового низконапорного гидроузла, который будет расположен в районе ст-цы Багаевской. Ввиду этого восстановление численности стерляди в нижнем течении р. Дон в обозримой перспективе не представляется возможным.

Существующие мероприятия по выпуску молоди стерляди в р. Дон являются малоэффективными. Выпущенная молодь лишена мест естественного нереста, а также ограничена в своих миграциях по реке на участке ниже плотины Кочетовского гидроузла, что делает крайне затруднительным самовоспроизводство её популяции. По существу в настоящее время очевидна проблема её сохранения в Азово-Донском районе как исчезающего вида.

Мероприятия, направленные на сохранение стерляди в качестве объекта Красной книги, носят ограниченный эффект и также не способствуют восстановлению её популяции на участках р. Дон, расположенных ниже плотины Цимлянского гидроузла.

Наиболее перспективными видится мероприятия по реинтродукции стерляди в р. Северский Донец выше транспортных шлюзов. Основанием для таких предположений являются факты частой встречаемости особей стерляди в среднем и в верхнем течении р. Дон, лишённых зарегулирования и имеющими все признаки условно-естественного стока (рис. 3).



Рис. 3. Основные нерестилища донской стерляди

Наличие нереста стерляди на участках от г. Серафимовича Волгоградской области до ст-цы Вёшенской Ростовской области подтверждено документально.

В связи с потерей промыслового значения стерляди в бассейне р. Дон возникла естественная необходимость изменения традиционной стратегии и тактики разви-

тия осетрового хозяйства в данном регионе. В качестве рекомендаций для решения этой важной задачи наукой предложены несколько вариантов, таких как domestикация диких производителей осетровых рыб (Подушка, 1999; Чебанов, Карнаухов, 2004), выращивание зрелых самок и самцов по принципу «от икры до икры». Наряду с этим интенсивное развитие получили криогенные методы с целью глубокой заморозки половых продуктов осетровых рыб (Патент, 2012; Методики криоконсервации ... , 2014). Разработаны и апробированы на донских заводах интенсивные технологии выращивания донской стерляди разного возраста по интенсивной технологии с использованием искусственных комбикормов (Львов, Резанова, Крупий, 1986; Абросимова, Бирюкова, Саенко, 1997; Круглогодичное выращивание ... , 2000; Абросимова, Абросимов, 2001, 2004). Эти разработки успешно используются на рыбоводных заводах с целью выращивания потомства для пополнения естественных запасов и для формирования продукционных стад.

Выпуском молоди стерляди в Ростовской области на постоянной основе занимаются два воспроизводственных предприятия: «Рогожкинский рыбоводный завод» и «Донской осетровый завод». Оба завода находятся в оперативном управлении Азово-Донского филиала ФГБУ Главрыбвод.

ФГБУ «Рогожкинский РЗ» построен в 1955 г., как воспроизводственное предприятие, основной целью которого является компенсация потерь нерестовых площадей ценных видов рыб, оказавшихся потерянными после ввода в эксплуатацию плотины Цимлянского гидроузла. Размещается предприятие в дельте р. Дон, в 12 км от устья. Основным источником водоснабжения служит протока Большая Кутерьма

Донской осетровый завод (ДОЗ) — завод по выращиванию, разведению осетровых рыб расположен на левом берегу р. Дон в районе хут. Чебачий, в 10 км к северо-востоку от г. Семикаракорска.

В 2001 г. введена в эксплуатацию 1-ая очередь Донского осетрового завода, проектной мощностью 2,245 млн шт.

Строительство 2-ой очереди Донско-

го осетрового завода было завершено в октябре 2014 г., что позволяет дополнительно увеличить выпуск молоди осетровых рыб на 1,35 млн шт. ежегодно.

За 14 лет существования завода в реку Дон выпущено 30,765 млн шт. молоди осетровых рыб, в том числе донской стерляди — 2,229, русского осётра — 23,836, севрюги — 1,786 и около 3 млн шт. молоди белуги.

Ниже приведены суммарные показатели суммарного выпуска молоди стерляди рыбоборозводных предприятий Ростовской области (рис. 4).

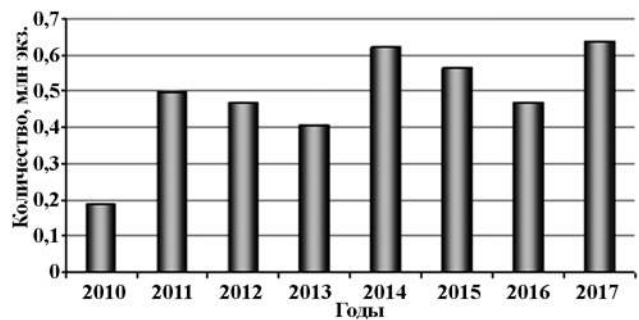


Рис. 4. Выпуск молоди стерляди воспроизводственными предприятиями Азово-Донского района в 2010—2017 гг., млн экз.

Как видно из рис. 4 по сравнению с 2010 г. (169 тыс. шт.) ежегодный выпуск стерляди увеличился более чем в 2 раза (более 400 тыс. шт.), а в 2014 и 2017 гг. более чем в 3 раза, что составило 620—635 тыс. шт.

Для восстановления популяции донской стерляди наряду с совершенствованием технологий разведения, выращивания разновозрастных особей и формирования ремонтно-маточных стад необходимы и инженерные решения, направленные на сохранение популяции, оптимизации условий естественного нереста и миграций.

Так, необходимо изменение режима работы, а также реконструкция транспортных шлюзов, расположенных на р. Северский Донец с целью обеспечения прохода производителей стерляди в районы её реинтродукции (Б. Кутерьма, Б. Каменка и др.).

Необходимо также строительство обходных нерестовых каналов вокруг всех низконапорных транспортных плотин, расположенных в нижнем течении р. Дон.

### Литература

**Абросимова Н.А., Абросимов С.С.** Оптимизация выращивания донской стерляди // Рыболовство и рыбоводство. 2001. №1. С. 34—36.

**Абросимова Н.А., Абросимов С.С.** Результаты научных разработок для восстановления популяции донской стерляди // Состояние популяции стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации: материалы докл. М., 2004. С. 210—219.

**Абросимова Н.А., Бирюкова А.А., Саенко Е.М.** Результаты индустриального выращивания двухлеток донской стерляди // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. Ростов н/Д: АзНИИРХ, 1997. С. 334—338.

Круглогодичное выращивание стерляди *Acipenser ruthenus* L. в земляных садках / Н.А. Абросимова [и др.] // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. Ростов н/Д: АзНИИРХ, 2000. С. 183—192.

**Львов Л.Ф., Резанова Г.Ф., Крупный В.А.** Полноцикловое выращивание стерляди (инструкция). М.: ВНИРО, 1986.

**Макаров Э.В., Житенева Л.Д., Абросимова Н.А.** Живые ископаемые близки к вымиранию // Научный очерк об осетровых. Ростов-на-Дону: ГУП АзНИИРХ, 2000. С. 170.

Некоторые аспекты проблемы сохранения и восстановления популяции стерляди (*Acipenser ruthenus*) в Азово-Донском районе / Л.Т. Горбачева [и др.] // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна / сб. науч. тр. Ростов н/Д: ФГУП «АзНИИРХ», 2011. С. 287—299.

Пат. 246084 Российская Федерация. Способ криоконсервации яйцеклеток осетровых рыб / А.М. Тихомиров, заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АГТУ. №2010142589/13; заявл. 18.10.2010; опубл. 10.09.2012, Бюл. 2012. № 23.

**Подушка С.Б.** Ускоренное формирование маточных стад осетровых в рыбоводных хозяйствах // Проблемы современного товарного осетроводства: тез. докладов. 1 науч.-практ. конф. Астрахань: Волга, 1999. С. 71—73.

Методики криоконсервации яйцеклеток осетровых рыб для целей сохранения и восстановления их генофонда / Е.Н. Пономарева [и др.] // Сохранение биологических ресурсов Каспия: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань: АГТУ, 2014. С. 317—323.

Проблема сохранения и восстановления популяции стерляди *Acipenser ruthenus* (*Acipenseriformes*, *Acipenseridae*) в бассейне реки Дон / Е.Н. Пономарева [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2009. № 6. С. 21—23.

**Чебанов М.С., Карнаухов Г.И.** Формирование гетерогенного маточного стада для реакклиматизации стерляди в бассейне р. Кубань // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. М.: Наука, 2004. С. 42—50.

**Яковлев С.В.** Стерлядь *Acipenser ruthenus* LINNAEUS, 1758 // Красная книга Волгоградской области. Т. 1 Животные. Волгоград: Изд-во «Волгоград», 2004. С. 80.

УДК 639.3:574.55

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОРМОВОЙ БАЗЫ СУДАКА В ЕСТЕСТВЕННОЙ СРЕДЕ ОБИТАНИЯ И В ПРУДОВЫХ УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Т.Т. Баракбаев, Ж.О. Мажимаева, А.А. Мухрамова

Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г. Алматы, Казахстан  
e-mail: tynysbek13@mail.ru

Республика Казахстан обладает большим количеством разнообразных озёр, водохранилищ и рек. Общая площадь водоёмов составляет около 5 млн га без учёта Каспийского моря.

В 1960—1970 гг. общий вылов рыбы по республике составлял более 110 тыс. т. В настоящее время, общий улов рыбы из водоёмов республики не превышает достигнутых пре-

делов — 42—45 тыс. т при нарастании доли импорта рыбной продукции из других стран до 50 %. Снижение объёмов вылова рыбы в естественных водоёмах вызвано, как ограниченной рыбопродуктивностью водоёмов, так и влиянием многочисленных антропогенных факторов. В 1980-е гг. весомую долю рыбной продукции Казахстана составляла аквакультура, производившая более 10 тыс. т в год, тогда как аналогичный показатель в 2016 г. не превышал 1 тыс. т (Койшыбаева, 2017).

Нехватка рыбных ресурсов является проблемой мирового уровня. Вылов рыбы в естественных водоёмах земного шара в последние 10—15 лет колеблется в пределах 90—95 млн т. Но не секрет, что население земли с каждым годом растёт (Pekli, 2014). Поэтому, аквакультура является реальной альтернативой топчущемуся на месте мировому рыболовству. Общее мировое производство рыбы в искусственных условиях к 2011 г. достигло 154 млн т.

Последние десятилетие, связи с большим рыночным спросом европейских стран увеличилось промысловая нагрузка на судака. Усиленный вылов, которой, в свою очередь, вызвал подрыв численности промыслового стада судака, до минимального уровня в некоторых водоёмах.

Поэтому в целях поддержания и увеличения запасов популяции судака последние годы назрела необходимость выращивания его в искусственных условиях.

Первые работы по искусственному выращиванию судака проводились в Германии, Польше, Венгрии, где вид пользуется большим спросом в качестве диетической продукции. В перечисленных странах на фоне чрезмерного вылова и нехватки в водоёмах естественных кормов, также было зарегистрировано уменьшение запасов ценной рыбы (Wedekind, 2004, Müller-Belecke, 2008). По экономическим соображениям в Германии для выращивания судака используются смешанные посадки в искусственных прудах с карповыми видами. В данный момент меры по разведению судака в Германии, и других странах Европы, не могут обеспечить возрастающей потребности населения, в связи с чем, эту рыбную продукцию в Германию завозят из восточноевропейских

государств, в том числе и из РК.

В Казахстане первые опыты по искусственному воспроизводству и выращиванию судака проведены на базе ТОО «Чиликское прудовое хозяйство» в 2012—2017 гг. (Койшыбаева, 2017; Бадрызлова, 2015). Молодь, полученная искусственным путём и подращённая до жизнестойких стадий в прудовых условиях, при соблюдении определённых условий, создаёт основу для поддержания и увеличения промысловой численности. При этом вкусовые и биохимические показатели продукции, полученной из естественного водоёма, будут иметь более высокие характеристики, чем у особей, выращенных на гранулированных кормах в искусственных условиях с высокой плотностью посадки.

Материалом для исследований послужили литературные и, полученные нами в ходе гидробиологических и ихтиологических работ, данные.

Сбор и обработка ихтиологического материала осуществлялись 2015—2016 гг. по общепринятым методикам (Правдин, 1966). Отбор проб для изучения состояния популяции судака в водохранилище производился верхней части водоёма, где был совершён отлов посадочного материала. Численность рыб определялась методом площадей по результатам неводной съёмки исследовательскими неводами.

Для оценки обеспеченности ценных видов рыб живыми кормами изучалось состояние зоопланктонного, нектобентосного и зообентосного комплексов Капшагайского водохранилища и стандартных прудов «Чиликского прудового хозяйства» Юго-восточного Казахстана.

Весной 2015 г. в исследовательские рыболовные сети из верхнего водохранилища, где был произведён вылов рыбы для посадки в пруды, выловлены судаки в возрасте от 1 до 9 лет за исключением 7-летних особей (табл. 1). Основу структуры стада особей в уловах верхней части водоёма, составляли рыбы длиной тела от 9 до 74 см, 2—5 лет. Среди попавших особей отмечались всего 3 экз. старшевозрастных (8—9 лет) представителей. Предельный возраст вида в 2015 г. составил 9 лет, при длине рыбы 73 см и 7 кг веса.

Таблица 1

## Основные биологические показатели судака

Возрастной ряд	Длина, см (мин—макс)	Средняя длина, см	Масса, г (мин—макс)	Средняя масса, г	Количество, экз.	%
1	9,4—15,4	12,4	18—59	38,51	3	2,1
2	14,7—23,0	18,85	30—327	78,5	22	15,3
3	20,5—32,5	26,5	100—394	247	39	27,1
4	31,0—45,5	38,25	300—890	595	38	26,4
5	35,6—46,0	40,8	455—1256	872,5	31	21,5
6	43,0—55,0	49,0	735—2590	1662,5	8	5,5
8	67,0—69,0	68,0	4435—5420	4927,5	2	1,4
9	73,5	73,5	7090	7090	1	0,7
Итого:	9,4—73,5	40,9	18—7090	1938,9	144	100

Ранней весной, во время нереста, наибольшие концентрации судака создаёт в прибрежной зоне акватории, где для объекта имеется более подходящий субстрат для кладки икры.

После прохождения нерестового периода и прогрева воды с прибрежных районов крупные особи вида уходят на глубину, а младшевозрастная часть популяции придерживается более мелководной части водоёма. В прибрежной части верховья акватории, где осуществлялся отлов маточного материала, основу показателя рыбной массы составляли особи в возрасте 3 и 4 года, с большой вариативностью массы тела 100—890 г (53,5 %).

В табл. 2 представлены данные по динамике биологических показателей, плодовитости и соотношению полов популяции вида.

Как видно полученных данных, половой зрелости, достигает к трём годам жизни, а массовой зрелости к 4—6 годам. Как и для многих видов рыб, сроки нереста судака определяются, главным образом, температурой воды. Сроки его нереста в Капшагайском во-

дохранилище — конец третьей декады марта — начало апреля (в зависимости от природно-климатических условий). Абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) судака в 2015 г. изменялась в пределах от 39,8 тыс. икринок у рыб в возрасте 5 лет до 497,2 тыс. икринок у рыб в возрасте 8 лет. Относительная индивидуальная плодовитость (ОИП) судака в среднем — 8,39 см и 0,54 г.

Таким образом, биологические показатели судака в целом свидетельствуют о наличии благополучных условиях для вида в водоёме, что соответствует литературным данным. Однако, в отличие от других ценных видов водоёма (сом, сазан, белый амур, лещ и др.), крупные экземпляры судака (более 5 кг) в уловах практически отсутствуют. Анализ соотношения полов в стаде показывает, что доминируют самки с соотношением 1 : 1,2. Сложившаяся тенденция преобладания самок над самцами в стаде судака в течение последних лет сохраняется.

Зоопланктон, который является кормом для личинок и ранней молодежи судака, был

Таблица 2

## Биологические показатели производителей судака (2015 г.)

Показатели			
Средняя длина, см	40,9	Динамика плодовитости:	
Средняя масса, г	1938,9	АИП по возрастным группам, тыс. икринок:	
Упитанность по Фультону	1,2	4—6 лет	39,8—11,5
Средняя АИП, тыс. икринок	266,8	7—9 лет	419,9—497,2
Средний возраст, лет	4,1	ОИП, тыс. икринок:	
Соотношение полов:		Икра, см	8,39
Самки, %	51,9	Икра, г	0,54
Самцы, %	43,2	Диаметр икринок, мм	0,9—1,3
Ювильные, %	4,9		



представлен в верховье водохранилища весной 9 таксонами. Это коловратки (далее Rotifera) — *Synchaeta stylata*, *S. kitina*, *S. oblonga*, *Keratella hiemalis*, ветвистоусые (Cladocera) — *Daphnia galeata*, и веслоногие (Copepoda) — *Neurodiaptomus incongruens*, *Thermocyclops taihokuensis*, *Cyclops vicinus*, а также личинки (larva) Mollusca.

Зообентосными организмами судак начинает питаться с увеличением линейных размеров, от стадии молодь (Kovalyova, 2013). В верховье Капшагайского водохранилища в весной 2015 г. гидробионты представлены 11 таксонами. Это черви (далее Vermes) — *Oligochaeta* gen. sp., хирономиды (Chironominae) на различных стадиях развития — *Tanytarsus punctipennis*, *Procladius ferrugineus*, *Polypedilum brevipennatum*, *Chironomus plumosus*, *Tanytarsus gregarius*, *Psectrocladius dilatatus*, *Cryptochironomus conjungens*, *Stictochironomus histrio* и двухстворчатые моллюски (Mollusca) *Monodacna colorata*.

Основу численности донного ценоза весной создавали личинки хирономид — 78 %, с преобладанием видов *Ps. dilatatus* и *P. brevipennatum*. На долю группы Oligochaeta приходилось 20 % от общего показателя. Значимость группы Mollusca минимальна — всего 1,2 %.

Летом 2015 г. в состав зообентоса (8 таксонов) также входили Vermes — Oligochaeta gen. sp, Chironominae — *T. punctipennis*, *S. histrio*, *P. brevipennatum* на разных стадиях развития и новый вид — *Cricotopus flavocinctus*. Спектр моллюсков (помимо *M. colorata*) расширился за счёт брюхоногих — *Cincinna antique* и *Lymnaea lacustris*. В составе зообентоса выделялись немногочисленные, но крупноразмерные нектобентосные (придонные) ракообразные (Crustacea), которые составляли значительную часть рациона *S. lucioperca* водохранилища (Kovalyova, 2013). Комплекс Crustacea состоял из мизид *Paramysis intermedia*, *P. lacustris*, *P. ullskyi*, креветки *Palaemon modectus* и бокоплава *Pontogammarus robustoides* (август 2015 г.). Оценка развития нектобентосных беспозвоночных проводилась однократно, в летний период.

Летом численность на 80 % формировали Oligochaeta sp. Плотность личинок

Chironominae, вероятно на фоне вылета созревших генераций двукрылых, снизилась на несколько порядков, приблизившись к показателю численности моллюсков.

Таблица 3  
Межсезонная изменчивость количественных показателей групп гидробионтов в Капшагайском водохранилище, 2015 г.

Группы	Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>		Биомасса, г/м <sup>2</sup>	
	Май	Август	Май	Август
Oligochaeta	0,70	1,10	0,40	0,50
Chironominae	2,60	0,08	2,50	0,02
Mollusca	0,04	0,10	10,10	7,20
Crustacea	—	0,10	—	10,88
Всего:	3,34	1,38	13,00	18,60

Биомассу зообентоса формировали Mollusca (весной — 77,7; летом — 38,7 %) (табл. 3) и Crustacea (летом 58 %), главным образом за счёт видов *M. colorata* и *P. modectus*, соответственно.

Значение группы Oligochaeta в биомассе от весны к лету удвоилась (от 3 до 6 %). Роль личинок Chironominae, напротив, существенно снизилась после вылета Diptera из водоёма от 77 до 6 %. Соответственно уровень развития биомассы донных организмов в грунте водоёма изменялся от повышенного (май) до среднего (август) уровня кормности (без учёта — Crustacea). Нектобентосный комплекс увеличивает кормовой потенциал зообентоса до повышенного класса кормности.

Жизнедеятельность выращиваемого в поликультуре ценного судака с карповыми видами на экспериментальных прудах «Чиликского прудового хозяйства» тесно связано с уровнем развития естественной кормовой базы данных прудов.

В 2015 г. в исследуемых прудах в составе зообентоса были отмечены 7 таксономических групп, из 21 видов и форм животных. Это Vermes — Oligochaeta gen. sp., Chironominae — *Polypedilum convictum*, *Endochironomus tendens*, *E. albipennis*, *Cricotopus silvestris*, *Glyptotendipes barbipes*, имаго Chironomidae sp. Также в бентосе прудов регистрировались другие (Other) представители Insecta: Sym-

Таблица 4

Количественные показатели групп гидробионтов в рыбопосадочных прудах «ЧПХ» (2015 г.)

Группы	Пруд № 1	Пруд № 2	Пруд № 1	Пруд № 2
	Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>		Биомасса, г/м <sup>2</sup>	
Oligohaeta	—	0,11	—	0,12
Chironominae	0,19	0,14	0,35	0,14
Other Insecta	0,10	0,05	8,23	0,23
Mollusca	0,05	—	2,63	—
Crustacea	0,03	—	8,75	4,80
Pisces и Rana	0,16	—	108,08	32,0
Всего:	0,53	0,30	128,03	37,29

*petrum vulgatum*, *Sympetrum sp.*, *Ischnura elegans*, *Aeschna grandis*, *Chalcolestes viridis*, *Coenagrion sp.*, *Cybister tripunctatus*, *Stratiomyia sp.*, *Ranatra linearis*. В донном и придонном слоях воды встречались из Mollusca — *Lymnaea auricularia* и из Crustacea — *P. modectus*. Кроме того, в прудах присутствовали вредители прудовых хозяйств — головастики *Rana* и сорные виды рыб — *Pseudorasbora parva* и *Carassius carassius*, которые попадают в пруды через сушу и водопитающий канал (табл. 4).

Основу численности организмов в пруду № 1 формировали водные Insecta — 55 %, биомассы — головастики *Rana* и сорные рыбы — 84,4 %. Суммарная доля представителей Odonata, Coleoptera и креветки *P. modectus*, не превышала 13 % от общей массы.

Состав животных пруда № 2 был аналогичен составу бентосного комплекса пруда № 1, за исключением Mollusca (табл. 5). Наиболее многочисленными были личинки хирономида (37 %), за счёт видов *P. convictum*, *E. albipennis*, *C. silvestris*. В биомассе доминировала молодь *Rana* (85,8 %), субдоминировала — креветка *P. modectus* (12,8 %).

В целом, в 2015 г. в исследованных прудах общая масса животных по шкале трофности оценивалась очень высоким (пруд № 1) и высоким классами (пруд № 2) (Китаев, 2007). Однако, основу этого показателя составляли *Rana* и *Pisces*, которые являются пищевыми конкурентами выращиваемой молоди *S. lucioperca* и *C. carpio*. Соответственно, реальные размеры кормовых запасов для ценной молоди рыб варьировали в пределах от повышенного (пруд № 1) до умеренного (пруд № 2) класса трофности.

В 2016 г. донный и придонный комплекс организмов прудов № 1 и 2 представлен 19 таксонами гидробионтов из 7 таксономических групп. Это Vermes — *Oligochaeta sp.* и *Nematoda sp.* Состав группы Diptera расширился относительно прошлого года: *Tanytarsus punctipennis*, *Procladius ferrugineus*, *Chironomus plumosus*, *Tanytarsus gregarius*, *Micropsectra praecox*, *Cryptochironomus vulneratus*, *Parachironomus varus*, *P. convictum*, *E. tendens*, куколки и имаго Chironominae. Кроме того, отмечались другие Insecta: *Ischnura elegans*, *Enochrus sp.*, *Aganea sp.* Как и в 2015 г., в сборах при-

Таблица 5

Количественные показатели групп гидробионтов в рыбопосадочных прудах «ЧПХ» (2016 г.)

Группы	Пруд № 1	Пруд № 2	Пруд № 1	Пруд № 2
	Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>		Биомасса, г/м <sup>2</sup>	
Oligohaeta	3,24	0,08	1,22	0,06
Nematodes	0,72	0,04	0,01	0,004
Chironominae	0,40	0,35	0,46	0,35
Другие Insecta	—	0,06	—	0,32
Mollusca	0,02	—	0,64	—
Crustacea	0,13	0,04	36,62	17,65
Pisces	0,26	0,02	3,46	0,44
Всего:	4,77	0,59	42,41	18,83

существовали *P. modectus*, *Lytnaea* (Lamarck) и *Pseudorasbora*.

Зообентос пруда № 1 представлен 6 группами беспозвоночных (табл. 5). Максимальной плотностью выделялись *Oligochaeta* sp., которые в 2015 г. практически не отмечались. Биомассу формировали малочисленные крупноразмерные креветки, превышавшие массу червей, в 30 раз.

В донном сообществе пруда № 2 наблюдалось большее разнообразие насекомых при отсутствии моллюсков (табл. 5). Основу численности создавали личинки хирономид — 64 % и *Vermes* — 21 %. В биомассе доминировали нектобентосные *Crustacea* — 92,2 %.

Трофность данных прудов, уровень биомассы гидробионтов в 2016 г. классифицировались как очень высокий (пруд № 1) и повышенный (пруд № 2). При этом, увеличение доли крупноразмерных креветок, относительно прошлогодних показателей, свидетельствует об их малодоступности в качестве кормового объекта. Напротив, снижение значимости сорных рыб, косвенно говорит о потреблении их подрастающим судаком.

В 2015 г. в районе вылова у судака, пищу неполовозрелых (размеры 110—160 мм) и половозрелых (200—260 мм) особей составляли, в основном, бокоплавцы (35 и 68 %, соответственно). Доля мизид у половозрелых рыб достигала 6,6 % от массы пищевого кома, у неполовозрелых — 2,0 %. В рационе судака размером 300—400 мм отмечалась рыба.

В 2012 г. питание разнополых и половозрелых (размеры 290—355 мм), особей судака по составу компонентов не различалось. Основу пищевого кома рыб в верховье водохранилища создавали судаки мелкого размера, а у рыб среднего района водохранилища в основном лещ. Также почти во всех желудках исследуемых особи присутствовали в количестве от 1 до 40 экз. мизиды *P. intermedia*, *P. lacustris* и бокоплавцы *P. robustoides*, их доля присутствия в желудках зависела от размера рыб.

Аналогичный характер питания сеголеток судака отмечен в Капшагайском во-

дохранилище в годы становления его, 1982 и 1984 гг. (Бадрызлова, 2015). Исходя из вышесказанного, излюбленной пищей судака в водохранилище на протяжении ряда лет неизменно являются нектобентосные ракообразные и рыба.

Работ по кормлению живыми кормами судака при выращивании их в прудовых условиях юго-восточного Казахстана в рыбоводстве не проводилось. Слабо изучены процессы при направленном воздействии на экосистему рыбоводных прудов, недостаточно раскрыта эффективность функционирования прудовых экосистем при выращивании судака в поликультуре.

Применение экологического метода интродукции поликультуры живых кормов (*Daphnia magna*, *Paramysis intermedia*, *P. lacustris*, *P. ullskyi*) привело бы к повышению молодки и сеголеток судака (коловратки, науплиальные стадии копепоидит, моина) на начальном этапе выращивания. Также способствовало бы к высокому уровню развития зоопланктона в течение 20—30 дней с момента зарыбления, главным образом за счёт развития ветвистоусых ракообразных. Продуктивный вид ветвистоусого рачка в условиях исследуемых прудов уже выращивается, остаётся применить данный метод для выращивания судака. Применяя разработанный метод для кормления раннего судака, есть возможность получить высокую продукцию от 25 до 50—60 г за 9 месяцев до зимнего периода.

По полученным данным в выростных прудах отмечается небольшое количество излюбленных компонентов в пище судака, как дафнии и циклопов.

Развитие зообентоса зависело от сроков залития прудов, температурных условий вегетационного периода, плотности посадки выращиваемой рыбы. В составе бентосного сообщества основную роль играли по численности личинки хирономид и олигохеты, по биомассе вредители прудов головастики лягушек и псевдоразбор и карась.

## Литература

Бадрызлова Н.С. Особенности выращивания рыбопосадочного материала судака в условиях Чиликского прудового хозяйства // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская. Алматы, 2015. № 5. С. 12—20.

**Китаев С.П.** Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск, 2007.

**Ковалева Л.А., Мажобаева Ж.О.** Некоторые аспекты питания судака и леща в разнотипных водоемах Казахстана // *Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф.* Улан-Батор, 2013. С. 189—193.

**Койшыбаева С.К.** Технологические аспекты инкубации икры и подращивания молоди судака в рыбноводном хозяйстве Алматинской области // *Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская.* Алматы, 2016. № 6. С. 193—206.

Индустриализация технологии в рыбноводстве: учебник / Й. Пекли [и др.]. Казахстан-Венгрия 2014.

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966.

**Müller-Belecke A., Zienert S.** Out-of-season spawning of pike perch (*Sander lucioperca* L.) without need for hormonal treatments // *Aquaculture Research.* 2008. Vol. 39. P.1279—1285.

**Wedekind H.** Produktion von großen Zandersetzlingen und Speisefischen in der Aquakultur // *Fischer & Teichwirt.* 2004. Bd. 7. S. 173—178.

УДК 581.526.325

## МОНИТОРИНГ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДА ПОПЛАВОК (Г. КАЛИНИНГРАД) В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2015—2016 ГГ.

О.С. Бугранова

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград,  
Россия

e-mail: olesya.bugranova@klgtu.ru

С 2015 г. нами ведётся экологический мониторинг городских водоёмов г. Калининграда, который включает гидрологические, гидрохимические и альгологические исследования. Одним из важных рекреационных водных объектов города является пруд Поплавок, находящийся в его центральной части. Поплавок является водоёмом первой рыбохозяйственной категории и испытывает значительную антропогенную нагрузку.

В данной работе представлены материалы летнего (июнь—август) сбора проб фитопланктона пруда Поплавок на 2 (2015 г.) и 3 (2016 г.) стандартных станциях мониторинга (Бугранова, Цупикова, Дроздова, 2017; Цупикова, Дроздова, 2016). Пробы фитопланктона отбирали с поверхностного горизонта ежемесячно и фиксировали раствором Люголя с добавлением уксусной кислоты и формалина. Обработку проб, количественный подсчёт и видовое определение водорослей вели согласно общепринятым методикам (Методика ... , 1975; Руководство ... , 1983). Оценка качества воды производилась по методикам (Дмитриев, 1999; Унифицированные методы ... , 1983).

Результаты осреднены по станциям в целом по месяцам.

Всего в составе летнего фитопланктона пруд Поплавок было зарегистрировано 157 таксонов водорослей. Выявленные водоросли принадлежат к 9 отделам. На первом месте в составе альгофлоры пруда находится отдел зелёных водорослей, в котором сосредоточено 47 % видового разнообразия водорослей (рис. 1). На втором месте — отделы диатомовых (14 %), синезелёных (12 %) и эвгленовых (10 %) водорослей, составляющие в сумме 36 %. Третье место принадлежит отделу стрептофитовых, занимающему 7 % от общего видового разнообразия. Далее стоят отделы динофитовых, криптофитовых, золотистых и жёлтозелёных, в сумме составляющие 10 %.

Анализ общего видового разнообразия (рис. 2), показал, что богатство видов в 2015 г. снижалось с июня (55 таксонов) по август (32 таксона), а в 2016 г., наоборот, повышалось с 55 до 86 таксонов соответственно.

Динамика развития численности и биомассы фитопланктона по годам отличалась. Особенно ярко проявились различия в чис-

ленности фитопланктона в июне—августе. В июне 2015 г. наблюдалось более интенсивное развитие альгофлоры пруда (численность фитопланктона в 2015 г. по сравнению с таковой в 2016 г. в 4—5 раз выше) (см. таблицу).

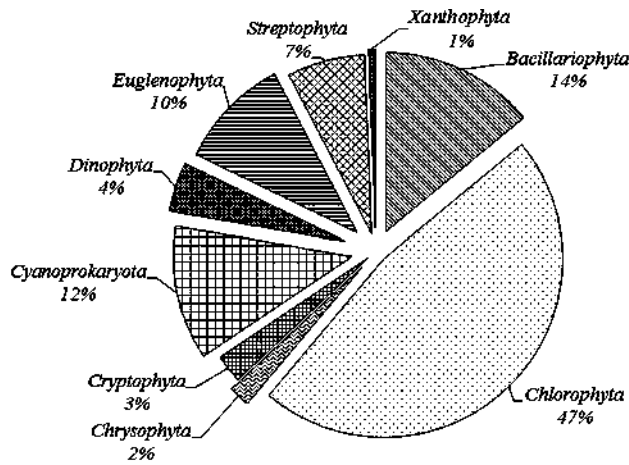


Рис. 1. Соотношение различных отделов фитопланктона пруда Поплавков в летний период 2015—2016 гг.

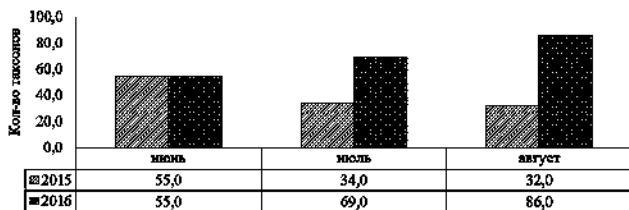


Рис. 2. Видовое разнообразие летнего фитопланктона пруда Поплавков в 2015—2016 гг.

Такой пик численности наблюдался за счёт большого развития цианопрокариот. Об этом свидетельствует соотношение численности клеток цианопрокариот ( $N_{cp}$ ) к численности остальных групп водорослей ( $N_{ph}$ )

(см. таблицу). Этот показатель в июне 2015 г. достигал более 91 %. Основу численности цианопрокариот составили водоросли родов *Anabaena* и *Microcystis*. В то же время в 2016 г. цианопрокариоты составили более 60 % численного состава, 20 % — криптофитовые и около 16 % — зелёные водоросли (рис. 3). Значения биомассы также соответствовали уровню численности и в июне 2015 г. были на порядок выше значений биомассы в июне 2016 г. В 2015 г. основу биомассы составили следующие отделы: цианопрокариоты (38 %) и зелёные водоросли (31 %), а в 2016 г. — крупноклеточные стрептофитовые (59 %) и криптофитовые водоросли (28 %).

Однако уже в июле и августе 2016 г. уровень вегетации становился больше, чем в 2015 г. В июле 2015 г. основной вклад внесли цианопрокариоты (54 %) и криптофитовые водоросли (29 %), а в 2016 г. — зелёные водоросли (*Ankistrodesmus bernardii* КОМАРЕК — 93 %). В августе обоих лет высокий уровень численности формировался за счёт максимального развития цианопрокариот *Anabaena spiroides* КЛЕВАНН и *Anabaena circinalis* RAVENHORST ex BORNET & FLAHAULT [вызывающих цветение воды (Водоросли ... , 2006)], доля которых достигала более 93 % в 2015 г. и более 98 % в 2016 г. от общей численности всех водорослей.

Величина биомассы также в июле 2016 г. была выше, чем в 2015 г. Биомасса в июле 2015 г. характеризовалась развитием крупноклеточных криптофитовых (63 %) водорослей р. *Cryptomonas*, а в июле 2016 г. — зелёных

Летняя динамика количественных показателей развития фитопланктона и температуры воды пруда Поплавков в 2015—2016 гг.

Показатель	Месяцы сезона за 2015—2016 гг.					
	Июнь		Июль		Август	
	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.
Численность цианопрокариот, $N_{cp}$ , млн. кл./л	27,76	4,78	2,60	3,92	53,39	234,08
Численность фитопланктона, $N_{ph}$ , млн. кл./л	30,43	7,73	4,81	101,10	57,44	239,17
$N_{cp} / N_{ph} * 100 \%$	91,23	61,84	54,05	3,88	92,95	97,87
Индекс сапробности	2,24	2,12	2,13	1,99	1,77	2,05
Биомасса, мг/л	3,70	2,32	1,73	4,74	8,15	5,93
Индекс трофности	58,06	53,36	50,40	60,56	66,03	62,82
Температура воды в день отбора проб, °С	20,5	20,6	17,0	22,4	20,0	24,7

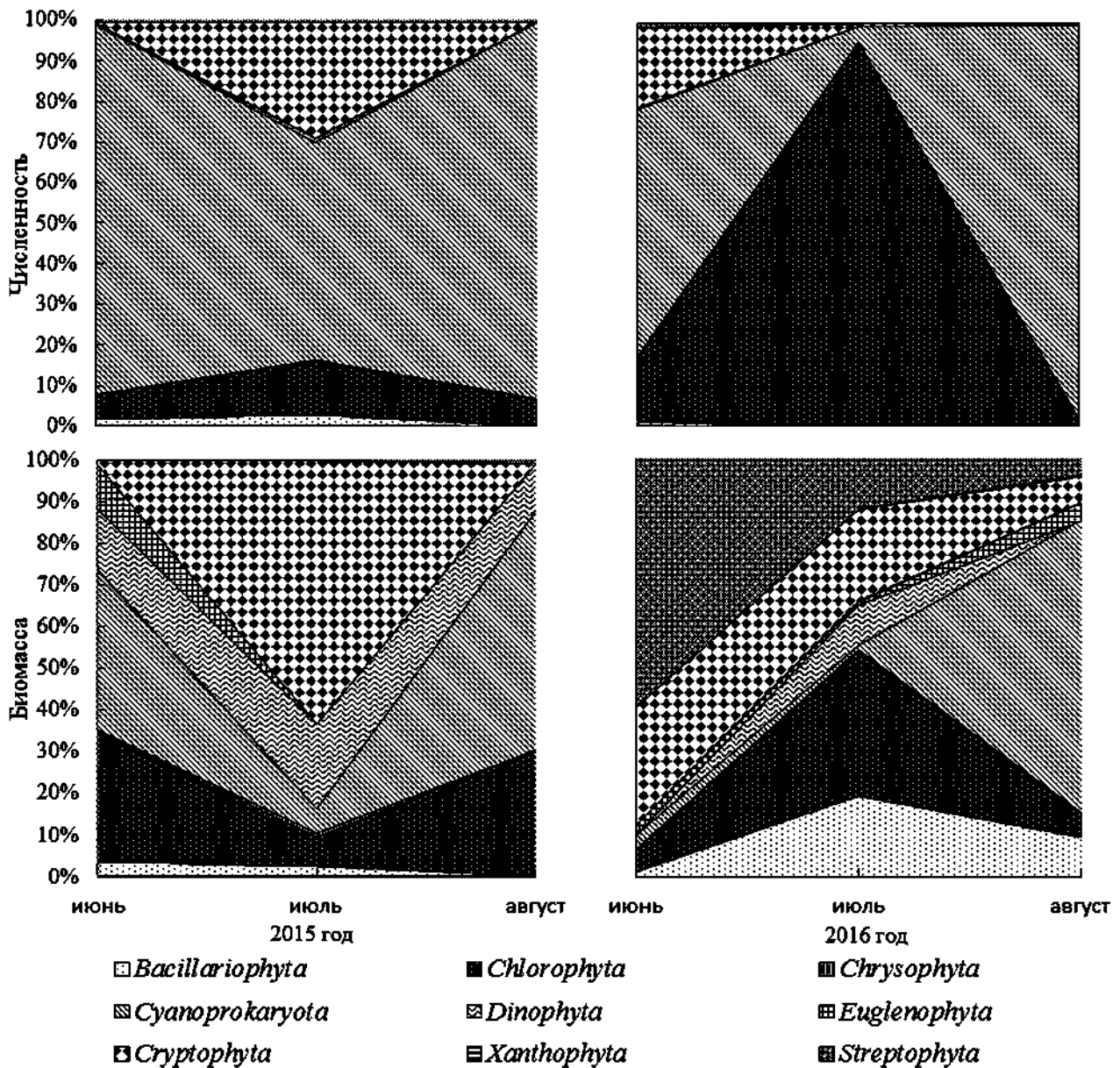


Рис. 3. Соотношение разных отделов водорослей в формировании общей численности и биомассы летом 2015—2016 гг.

(35 %) и криптофитовых (22 %) водорослей. В августе 2015 г. биомасса альгофлоры была выше 2016 г. и в оба года основу составляли стремительно развивающиеся цианопрокариоты — 57 % и 70 % соответственно.

Анализ температурного режима воды (см. таблицу) показал, что уровень температуры в 2016 г. заметно превышал таковой в 2015 г., кроме июня, когда температура была практически одинаковой в оба года. Возможно, это и обусловило высокий уровень вегетации фитопланктона в этот период (рис. 4). Между температурой воды и численностью фитопланктона выявлена сильная положительная взаимосвязь (коэффициенты корреляции:  $r_{2015\text{ г.}} = 0,78$ ,  $r_{2016\text{ г.}} = 0,99$ ).

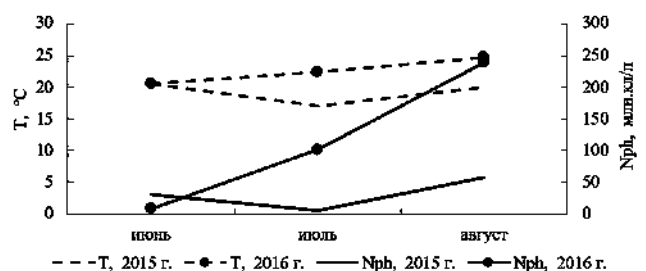


Рис. 4. Динамика численности фитопланктона ( $N_{ph}$ , млн. кл./л) и температуры воды ( $T$ , °С) пруда Поплавок летом 2015—2016 гг.

В целом в пруду Поплавок выявлено 46 видов-индикаторов сапробности среды, что составляет 44,7 %. Показатель сапробности был определён в июне 2015 г. у 24 % видов, в остальные месяцы 2015—2016 гг. у более 50 %

обнаруженных видов. В составе индикаторов преобладали  $\beta$ -мезосапробы, составляющие 58,7 %;  $\alpha$ -мезосапробы — 15,2 %,  $\alpha$ - и  $\beta$ - $\alpha$  — мезосапробы — по 6,5 %,  $\alpha$ - и  $\beta$ - $\alpha$  — мезосапробы — по 4,3 %,  $\alpha$ - и  $\beta$ - $\alpha$  — по 2,2 % от общего количества индикаторных организмов.

По индикаторам сапробности (см. таблицу) воды пруда в летний период 2015—2016 гг. относились к  $\beta$ -мезосапробным («умеренно-загрязнённая вода»). Результаты гидрохимического мониторинга подтвержда-

ли, что по большинству исследованных показателей (особенно по содержанию фосфатов и азота аммонийного) воды пр. Поплавок оценивались как «загрязнённые», что соответствовало  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробной зоне (Дроздова, Цупикова, 2018). По показателям средней биомассы и индексу трофности (см. таблицу) воды пруда Поплавок летом 2015 г. относились к мезотрофным, а летом 2016 г. — к эвтрофным.

### Литература

**Бугранова О.С., Цупикова Н.А., Дроздова А.С.** Сезонная динамика развития фитопланктона пруда Поплавок (г. Калининград) в 2015 году // Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2017. Т. 3 (69). С. 18—32.

Водоросли, вызывающие «цветение» водоёмов Северо-Запада России / Российская акад. наук, Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова; Р.Н. Белякова [и др.]. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006.

**Дмитриев В.В.** Оценка экологического состояния водных объектов суши // Экология. Безопасность. Жизнь. Экологический опыт гражданских, общественных инициатив. Гатчина, 1999. С. 200—217.

**Дроздова А.С., Цупикова Н.А.** Гидрохимическая характеристика пруда Поплавок (г. Калининград) в 2015—2016 гг. по результатам ежемесячного мониторинга // Молодёжный научный форум: естественные и медицинские науки: электр. сб. ст. по материалам XXXIX Междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10 (38). Url: [https://nauchforum.ru/archive/mnf\\_nature/10\(38\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/mnf_nature/10(38).pdf) (дата обращения: 16.03.2018).

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / отв. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983.

Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод: 4-е изд. / отв. за выпуск Б. Глобан. М.: Секретариат СЭВ, 1983.

**Цупикова Н.А., Дроздова А.С.** Экологическое состояние пруда Поплавок (Калининград) в 2015 году // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов: тр. IV Балтийского морского форума. Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2016. С. 239—242.

УДК 556.535.8(470.620)

## К ИЗУЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ ЛЕВЫЙ БЕЙСУЖЁК БРЮХОВЕЦКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

О.В. Букарева, М.В. Нагалецкий, Ю.С. Кочкалда

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

e-mail: kochkaldajull1997@gmail.com

За последние 30 лет в Краснодарском крае ухудшилось состояние рек, особенно степных. Степные реки занимают особое место: с одной стороны, они имеют местное зна-

чение, а с другой, любая отдельная река — это часть общего водного бассейна.

Из-за усиленной антропогенной нагрузки на речные водоёмы степной зоны края

главной задачей современной экологии является объективная оценка состояния экосистем и качества природных вод. В речной гидробиологии используются методы оценки состояния вод по развитию в них гидробионтов, которые составляют реальное представление о специфике изменений окружающей среды и последствиях для развития водных систем. Необходимость изучения экосистем степных рек выражена высокой степенью их зарегулированности, в силу чего их гидробиологический режим сильно изменяется, что сказывается на всех звеньях пищевой цепи (Белюченко, 2004).

Эта проблема затронула и р. Левый Бейсужёк Брюховецкого района. Наибольший ущерб экологии реки наносят чрезмерное зарегулирование стока рек гидротехническими сооружениями, сброс сточных вод в реку, смыв с полей пестицидов и удобрений, заиливание и не своевременная чистка дна водоёма. Следствием этого является увеличение биомассы водорослей, уменьшение разнообразия речных животных, а также гибель видов с узким коридором толерантности к интоксикации пестицидами.

В настоящее время проблема загрязнения водных объектов (рек, озёр, морей, грунтовых вод и т. д.) требует к себе пристального внимания, так как загрязнение отражается на гидробионтах и на здоровье человека. Оценка качества воды водоёмов и водотоков может быть проведена с использованием физико-химических и биологических методов. В настоящее время биоиндикационные методы весьма актуальны, так как лучшими «приборами», оценивающими качество воды, являются водные обитатели, численность которых в связи с антропогенным воздействием снижается. Чтобы предотвратить дальнейшее развитие негативных процессов среды необходимо иметь достоверные данные о состоянии реки. С помощью биологических методов можно оценить общий уровень загрязнённости водного объекта. Методы биоиндикации учитывают взаимодействие разных загрязняющих веществ и могут помочь в том случае, когда источник загрязнения имеет переменную мощность или непостоянный химический состав.

Классические биоиндикационные исследования связаны с изучением структуры зообентоса, что зависит от уровня антропогенного загрязнения водоёмов. Фитопланктон — важнейший компонент водных систем, участвующий в формировании качества воды и являющийся чутким показателем состояния водных экосистем и водоёма в целом. Одно из главных направлений современной гидроэкологии связано с изучением устройства и функционирования планктонных сообществ рек. Характер взаимодействия этих компонентов во многом определяет эффективность трансформации вещества и энергии в водоёмах и, следовательно, влияет на продуктивность водоёма и качество воды. Управление функционированием водной экосистемы начинается с управления структурой фитопланктонного сообщества, а поскольку его составляющие играют большую роль в процессах очищения водоёма и представляют собой часть кормовой базы многих рыб, то их изучение, безусловно, важно.

Наибольший антропогенный пресс испытывают степные реки, так как резко изменяется их водный режим через строительство дамб, сбрасывание животноводческих и бытовых стоков, смыв с полей пестицидов и др. В средней части многие реки превращены в каскад плотин, водохранилищ и прудов. Это способствует развитию фитопланктона, что приводит к эвтрофикации степных рек, изменению его видового состава: активно развиваются диатомовые водоросли и цианобактерии (Белюченко, 2004).

Почти все изменения фитопланктонного сообщества в загрязнённых реках происходят из-за обеднения видового состава, увеличения численности и биомассы фитопланктона, изменения вклада основных групп водорослей в суммарную численность и биомассу фитопланктона и уменьшения среднего объёма и размера клеток водорослей. Это является следствием экологической адаптации фитопланктона к увеличенным концентрациям биогенных элементов и токсических веществ в загрязнённых районах реки и является надёжным индикатором качества речных вод.

Общей характеристикой фитопланктона степных рек края сегодня является его



эвтрофикация. За счёт резкого возрастания численности (в 8—10 раз) и биомассы (в 5—7 раз) растительных организмов по сравнению с 50-ми годами прошлого столетия; резко увеличилось (в 12—15 раз) количество цианобактерий (*Aphanizomenon spp.*), ранее отсутствовавших в этих бассейнах, а также диатомовых водорослей (*Stephanodiscus spp.*) и других видов растительных организмов. На основе изученных характеристик фитопланктона были установлены основные закономерности пространственных изменений, от верховьев рек к устью, в связи с замедлением течения в силу зарегулированности русел всех рек и заметным нарастанием в них количества различных биогенов (Белюченко, 2004).

Состав фитопланктона степных рек края, к сожалению, изучался мало и потому возможности качественной и количественной оценки его структуры пока очень незначительные.

В период за 2006 г. был исследован видовой состав и уровень развития планктона Краснодарского водохранилища. Было установлено, что колебания развития фитопланктона, зоопланктона и зообентоса не превышают 5—7 %. Фитопланктон насчитывает 234 таксона водорослей, относящихся к 9 группам. Средневегетационная биомасса фитопланктона 6,4 г/м<sup>3</sup>. По уровню развития фитопланктона Краснодарское водохранилище относится к категории эвтрофных водоёмов (Блохина, 2006).

Анализ фитопланктона реки Кирпили показал, что видовой состав включает 7 отделов водорослей: зелёные, сине-зелёные, жёлто-зелёные, золотистые, эвгленовые, диатомовые, пиррофитовые. По численности и биомассе фитопланктон разных водоёмов бассейна реки Кирпили существенно не отличался. Высокая численность отмечалась в летний период (Болкунов, Пашинова, Москул, 2013).

В результате исследований экосистемы р. Кубань был выявлен видовой состав фитопланктона, включающий 674 вида микроводорослей (с учётом внутривидовых форм), относящихся к 152 родам и 8 отделам (Криворотов, Уварова, 2013). Наибольшее видовое разнообразие характерно для диатомовых водорослей Bacillariophyta и зелёных Chlorophyta. Минимальное количество родов и

видов отмечено для золотистых водорослей Chrysophyta, криптофитовых Cryptophyta, динофитовых Dinophyta, жёлто-зелёных Xanthophyta. Промежуточное положение занимают цианобактерии Cyanophyta и эвгленовые Euglenophyta. Помимо этого было изучено влияние теплового загрязнения Краснодарской ТЭЦ на состав фитопланктона р. Кубань в пределах г. Краснодара (Бергун, Пруденко, 2013). Фитопланктонные сообщества развиваются с сезонной периодичностью в зависимости от различных экологических факторов. Поэтому на так же была изучена сезонная динамика численности фитопланктонных водорослей данной гидроэкосистемы (Криворотов, Букарева, Ульянов, 2017).

Комплексного исследования экологического состояния р. Левый Бейсужёк до настоящего времени не проводилось, в связи с чем данная тематика является весьма актуальной. Объектом наших исследований является экосистема р. Левый Бейсужёк Брюховецкого района.

Для проведения исследования пробы воды отбирались ранней осенью в 4 разных местах реки: на лодочной станции, на участке стоков с полей, в месте сброса сточных вод и в контрольной точке с относительно чистой речной водой. Для этого использовались 4 стеклянные банки с плотно закручивающимися крышками, полевой дневник и карандаш. Забор воды брали с поверхности реки, так как именно там возможен фотосинтез фитопланктона. Отборы проб зообентоса проводили в летне-осенний период. Для оценки экологического состояния отборы делали донным сачком диаметром 25 см и крупной консервной банкой с несколькими дырками в её дне. Нами были использованы методики Вудивисса, Майера и олигохетный индекс Гуднайта-Уотлея, которые позволили определить величину физиологических нарушений реки. Биоанализ основан на приуроченности некоторых организмов к воде определённого качества. Среди насекомых самые важные — подёнки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera) и ручейники (Trichoptera), потому что они самые чувствительные к загрязнениям организмы бентоса и являются показателями чистоты воды. Эти три отряда кратко называют «комплекс ЕРТ».

Для проведения химического анализа были взяты «тест-комплекты», которые предназначены для экспресс-определения массовой концентрации веществ в питьевой, природной и нормативно очищенных сточных водах. Определение производилось в лабораторных условиях.

В результате проведённого анализа на определение водородного показателя (рН) воды в местах отбора проб установлено, что значение рН на р. Левый Бейсужёк варьирует от 5,0 до 8,5 (табл. 1). На реке наблюдаются сильные перепады водородного показателя от кислой и слабокислой до щелочной.

Таблица 1  
Водородный показатель (рН) воды

Участок (место отбора проб)	Значение рН
Лодочная станция	5,0
Участок сброса сточных вод	7,5
Участок стока с полей	5,5
Контроль	8,5

Нормой рН для речной воды является диапазон от 6,5 до 8,5 (Водэко, 26.02.18). Значение рН в районе лодочной станции сильно отклоняется от нормы (рН = 5,0) вода относится к кислой. На участке сброса сточных вод рН равно 7,5, что входит в нормативный диапазон. На участке попадания стоков с полей значение водородного показателя 5,5, это свидетельствует об отклонении от нормы, и вода относится к слабокислой. На контрольном участке вода имеет рН = 8,5 это крайнее значение нормативного диапазона, вода относится к щелочной.

Цветность характеризует интенсивность окраски воды и обусловлена содержанием окрашенных соединений. Она выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы (табл. 2).

Таблица 2  
Показатель цветности

Район (место отбора проб)	Значение цветности
Лодочная станция	40°
Участок сброса сточных вод	30°
Участок стока с полей	30°
Контроль	10°

Высокая цветность воды ухудшает её органолептические свойства, снижает количество растворенного кислорода, который расходуется на окисление веществ вызывающих цветность. Предельно допустимая величина цветности в водах, используемых для питьевых целей, равна 35° по стандартной шкале (Водэко, 26.02.18). Самый большой показатель цветности в районе лодочной станции 40°, самый низкий на контрольном участке с относительно чистой водой равен 10°. В местах попадания сточных вод и стоков с полей цветность равна 30°.

Результаты анализов, проведённых на количественное определение содержания в воде нитратов, хлоридов и сульфатов представлены в табл. 3.

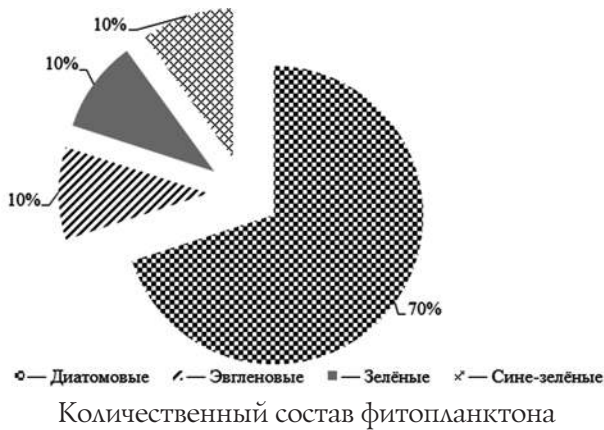
Таблица 3  
Содержание в воде нитратов, хлоридов, сульфатов, мг/л

Район (место сбора)	Нитраты	Хлориды	Сульфаты
Лодочная станция	5	44,38	59
Участок сброса сточных вод	15	133,13	59
Участок стока с полей	30	62,13	59
Контроль	10	26,63	56
ПДК	40	300	100

Количественные показатели нитратов во всех районах исследования не превышают нормы ПДК (40 мг/л). Такая же благоприятная обстановка сложилась и с содержанием сульфатов и хлоридов.

Нами так же проводились биоиндикационные исследования на р. Левый Бейсужёк вблизи лодочной станции.

Видовой состав фитопланктона р. Левый Бейсужёк осенью в основном представлен водорослями 4 отделов: Bacillariophyta, Euglenophyta, Chlorophyta и Cyanophyta. Таксономический анализ фитопланктона показал, что диатомовые водоросли, занимающие доминирующее положение, составляют 70 % от общего числа видов, на долю остальных отделов: цианобактерий, зелёных и эвгленовых водорослей приходится по 10 % (см. рисунок).



Развитие фитопланктонных сообществ в экосистеме р. Левый Бейсужёк происходит с определённой периодичностью и зависит от различных факторов. Уменьшение прозрачности воды, вызываемое минеральными взвешьями, снижает интенсивность развития фитопланктона, особенно *Cyanoophyta*. При более коротком фотопериоде интенсивно размножаются диатомовые, для них так же свойственен низкий температурный оптимум. Поэтому весной и осенью при температуре воды от 4 до 15 °С в водоёмах доминируют диатомеи. Так же *Bacillariophyta* менее чувствительны к изменению прозрачности воды. В воде, богатой нитратами, фосфатами и силикатами, развиваются преимущественно диатомовые водоросли, в то же время зелёные и цианобак-

терии менее требовательны к содержанию этих биогенных элементов.

Изучив состав водных беспозвоночных и относительное разнообразие и обилие комплекса ЕРТ можно определить качество воды на исследуемом участке. Для биоиндикации вод важны личинки амфиботических насекомых.

В результате исследования зообентоса нами было обнаружено 10 индикаторных групп животных: 2 вида моллюсков, пиявки, 2 вида личинок стрекоз, водные клопы, личинки комаров-звонцов, личинки других двукрылых, представитель равноногих раков — водяной ослик, олигохеты.

По результатам исследования был определён индекс Вудивисса, равный 5 баллам, что соответствует 3 классу чистоты воды. При изучении индикаторных групп зообентоса индекс Майера составил 15 баллов, что свидетельствует 3 классу загрязнения реки. Олигохетный индекс Гуднайт-Уотлея равен 63,3 %, что соответствует 3—4 классу качества.

В результате проведённых биоиндикационных исследований по 3 основным методикам вода в р. Левый Бейсужек относится к  $\alpha$ -мезосапробной, способной к самоочищению, характеризуется умеренной степенью загрязнения и в основном соответствует 3 классу качества.

## Литература

- Белюченко И.С.** Экология Краснодарского края (Региональная экология): учеб. пособие. Краснодар, 2010.
- Бергун С.А., Пруденко Ю.В.** Влияние теплового загрязнения Краснодарской ТЭЦ на альгофлору р. Кубани (в пределах г. Краснодара) // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: материалы XXVI Межресп. науч.-практ. конф., посв. 100-летию со дня рождения А.П. Тильбы. Краснодар, 2013. С. 16—20.
- Блохина З.Д.** Биологическая характеристика и формирование запасов леща, как основного биологического ресурса ихтиофауны Краснодарского водохранилища: дисс. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2006.
- Болкунов О.А., Пашинова Н.Г., Москул Г.А.** Современное состояние биологических ресурсов реки Кирпили и их рациональное использование // Природообустройство. М., 2017. С. 110—115.
- Водэко. Режим доступа: <http://vodeco.ru> (дата обращения 26.02.18).
- Криворотов С.Б., Букарева О.В., Ульянов В.С.** Сезонная динамика численности фитопланктона экосистемы реки Кубань Краснодарского края // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 11—3 (65). С. 76—79.
- Криворотов С.Б., Уварова Я.А.** Таксономический состав и пространственное распределение фитопланктонных водорослей экосистемы реки Кубань // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2013. № 41. С. 81—85.

УДК 597.44:639.71

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВВЕДЕНИЯ ФЕРМЕНТОЛИЗИРОВАННОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ В КОМБИКОРМА ДЛЯ МОЛОДИ КЕТЫ

В.Н. Валова

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия*

e-mail: vera.valova@tinro-center.ru

Эффективность восстановления численности естественных популяций тихоокеанских лососей в Дальневосточном регионе зависит от многочисленных факторов, одним из которых является обеспеченность пищей. Зарубежный и отечественный опыт разведения тихоокеанских лососей показал, что жизнестойкость (качество) молоди, выпускаемой в естественную среду, полностью зависит от состава применяемых искусственных комбикормов (Halver, 1982, 1986; Ketola, 1982; Ogata, Konno, 1986; Ogino, Kamisono, 1975; Валова, 1999, 2000). Начиная с середины 90-х годов прошлого столетия и по настоящее время, отечественное рыбоводство практически полностью зависит от зарубежной кормопроизводства, на цену и возможности поставки в страну, которой влияет ряд внешних факторов, таких как курс иностранной валюты, таможенная политика (санкции) и ветеринарные запреты. В итоге, в связи со сложившейся в стране ситуацией, полномасштабное развитие интенсивного индустриального рыбоводства невозможно без разработки полноценных конкурентоспособных отечественных комбикормов, сбалансированность и качество которых определяются качеством ингредиентов.

В восьмидесятых годах прошлого столетия был разработан ряд отечественных сухих гранулированных комбикормов, прошедших впоследствии производственную проверку: корма разработки ВНИИПРХ (АСНТ, РГМ-8М, РГМ-9М) ТИПРО-Центр (МКС-1-86 «СТАРТ», СК-88) на лососёвом рыбоводном заводе ЭПРЗ Рязановский в Приморском крае. В ходе производственной проверки было выявлено преимущество стартовых кормов разработки ТИПРО-Центр над кормами разработки ВНИИПРХ. Наиболее эффективным оказался корм МКС-1-86 «СТАРТ», который обеспечивал высокий темп роста, низкие кормовые затраты и не вызывал патоморфологи-

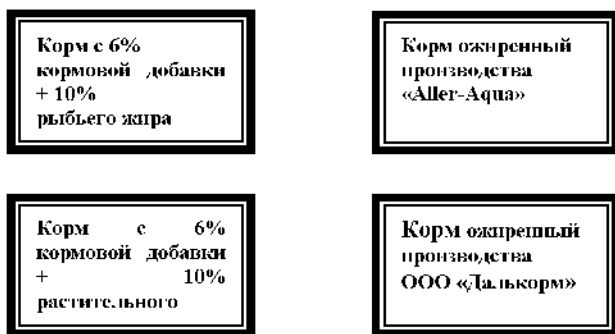
ческих изменений в пищеварительной системе рыб. Его характерным отличием от других комбикормов было высокое содержание углеводов из-за введения в корм 32 % растительного сырья (Валова, 1999). Этот рецепт корма послужил прототипом для разработки экспериментальных кормов с введением высокобелковой ферментализованной кормовой добавки. При сравнении теххимического состава, разработанных рецептур экспериментальных кормов для молоди лососёвых с введением этой добавки с импортными и отечественными стартовыми кормами были выявлены различия в химическом составе кормов (общий химический состав, аминокислотный, липидный, минеральный) и их биологической ценности (Сравнительная оценка ... , 2017).

Цель работы — оценка эффективности введения ферментализованной кормовой добавки в комбикорма при подращивании молоди кеты.

Испытания комбикормов проводились на частном лососёвом рыбоводном заводе (ЛРЗ) «Вербное (владелец ООО «Фурманов») Ольгинский район, Приморского края. Объектом исследования служила личинки и молодь кеты (*Oncorhynchus keta* WALBAUM). Подращивание молоди осуществляли в аквариумах объёмом 200 л, плотность посадки составляла 5 000 экз./м<sup>2</sup>, проток воды — 7 л/мин, температура воды — 4,5—6,5 °С, кислород — 60—70 г/л.

Продолжительность эксперимента составила 40 суток. Для испытания были выбраны 2 варианта комбикормов, разработанных в ФГБНУ «ТИПРО-Центр», с введением 6 и 10% ферментализованной пасты из минтая. В качестве контроля использовались: комбикорм Al-1er-Aqua, содержащий иммуномодуляторы и комбикорм, изготовленный ООО «Далькорм» (корм использовался для кормления молоди кеты на ЛРЗ «Вербное»). Вари-

анты кормов в эксперименте представлены на схеме (рис. 1).



Схем вариантов кормов в эксперименте

Адаптацию молоди к сухим гранулированным кормам проводили в течение 3—5 дней. Суточный рацион рассчитывали по таблицам ВНИИПРХ и японских исследователей (Действительное положение по выращиванию кижуча в Японии, 1985).

Биологические анализы проводили один раз в 10 дней. Взятие материала для гистологических исследований осуществляли в совокупности с биологическим анализом, один раз в 10 дней. Гистологические материалы, включая электронную микроскопию, обработаны по общепринятым методикам (Лилли, 1969; Гайер, 1974). Интенсивность обмена и затраты на обмен в сутки рассчитывали согласно

Г.Г. Винбергу (1956) и В.С. Ивлеву (1962).

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel 2007. Достоверность различий малых выборок определяли по критерию Стьюдента.

Результаты испытания комбикормов представлены в табл. 1, 2 и на рис. 2, 3.

Согласно полученным данным наиболее интенсивный рост наблюдался у молоди в варианте с кормом с 6% ферментализованной кормовой добавки и растительным маслом, в сравнении с остальными вариантами комбикормов. Рыбоводные показатели, приведённые в табл. 1, подтвердили преимущество стартовых кормов, разработанных ФГБНУ «ТИНРО-Центр», в сравнении с широко применяемыми стартовыми кормами датского и отечественного производства.

В ходе испытаний было выявлено развитие патоморфологических изменений в пищеварительной системе молоди кеты тяжёлой степени в вариантах с кормом производства датской фирмы «Aller-Aqua» и ООО «Далькорм» которые значительно снижают качество выпускаемой молоди, препятствуя достижения ею состояния. В печени, практически у 70 % исследованной молоди кеты из контрольных вариантов (корма «Aller-Aqua»

Таблица 1

Результаты эксперимента по испытанию сухих гранулированных кормов при выращивании молоди кеты

Показатели	В-1-6 %	В-2-10 %	Aller-Aqua	ООО «Далькорм»
Период подращивания, сут.	40	40	40	40
Средняя начальная масса, г	0,30±0,03	0,37±0,05	0,37±0,03	0,32±0,05
Средняя конечная масса, г	0,76±0,02	0,71±0,02	0,55±0,01	0,54±0,01
CV, %	31,64	28,45	29,15	38,99
Абсолютный прирост, г	0,46***	0,34**	0,18	0,22*
Среднесуточный прирост, %	1,91***	1,77**	0,9	1,31*
Интенсивность обмена	0,32	0,30	0,25	0,24
Затраты на обмен в сутки	0,21	0,20	0,16	0,16
Коэффициент массонакопления	0,38	0,28	0,15	0,18
Коэффициент упитанности по Фультону	0,85±0,01	0,82±0,01	0,74±0,01	0,75±0,01
Отход, %	0,40	0,50	0,70	0,60
Кормовой коэффициент, г корма/г прироста	0,66	0,76	1,00	1,44

Примечания

1 \*\*\* Полученный результат достоверно отличается от других вариантов кормов при  $P > 0,05$ .

2 \*\* Полученный результат достоверно отличается от варианта с кормом Aller-Aqua и кормом ООО «Далькорм» при  $P > 0,05$

3 \* Полученный результат достоверно отличается от варианта кормом Aller-Aqwa при  $P > 0,05$ .

Характеристика состояния печени сеголетков кеты, при развитии алиментарной патологии

Показатели	Липоидная дегенерация печени		Норма
	Средняя степень	Тяжёлая степень	
Цвет печени	Светло-жёлтый	Мраморный с кровоизлияниями	Красно-коричневый
Число ядер на контрольной площади (5 000 мм <sup>2</sup> )	35—45	30—20	60—120
Площадь, занимаемая жировыми пустотами (1 000 мм <sup>2</sup> ), %	40	60	0
Площадь, занимаемая цитоплазмой (1 000 мм <sup>2</sup> ), %	60	40	100
Состояние печёночной паренхимы	Рыхлая с крупными пустотами	Рыхлая, напоминает ажурную сетку	Плотная
Число просчитанных полей зрения	40	40	40
Среднее количество ядер на 1 поле зрения (2,5×7×90)	50	30	80
Число делящихся ядер на 1 поле зрения	3	2	4
Митотическая активность, %	12	5	16

и ООО «Далькорм») отмечалось наличие липоидной дегенерации печени тяжёлой степени и, в отдельных случаях, белковой дистрофии печени (рис. 2, 3 и табл. 2).

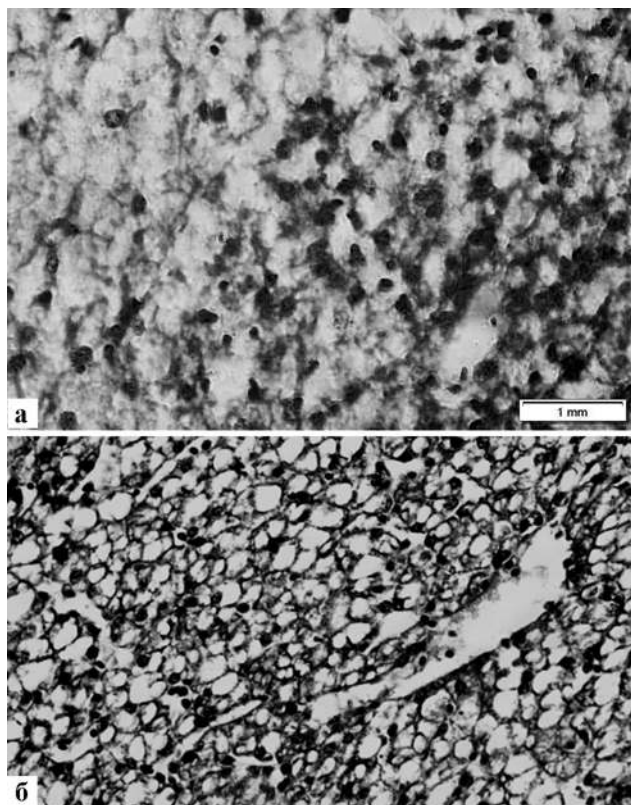


Рис. 2. Липоидная дегенерация печени: а — тяжёлая степень необратимой формы — корм Aller-Aqua; б — белковая дистрофия печени — корм ООО «Далькорм»

При скармливании комбикормов производства фирм «Aller-Aqua) и ООО «Далькорм» патоморфологические изменения развиваются на ультраструктурном уровне, затрагивая практически все органеллы клетки (рис. 3).

Как правило, тяжёлая степень липоидной дегенерации печени сопровождалась развитием патоморфологических изменений в пищеварительном тракте (рис. 4).

В первую очередь страдал фундальный отдел желудка, где наиболее распространённой патологией оказались изменения, сходные с хроническим поверхностным гастритом с атрофией желёз. При этом поверхность слизистой оболочки была покрыта большим количеством слизистых масс, причём слизь распределялась неравномерно. Наряду с гиперсекретирующими клетками в эпителиальной выстилке слизистой оболочки встречались клетки, цитоплазма которых вообще не имела слизистых гранул. Некоторые клетки утрачивали слизь на поверхностной мембране и слущивались. В большинстве случаев в патологический процесс втягивались железы (так называемая кишечная метаплазия — перерождение слизистой оболочки по кишечному типу). При этом железы превращаются в крипты, причём зона регенерации клеток по-

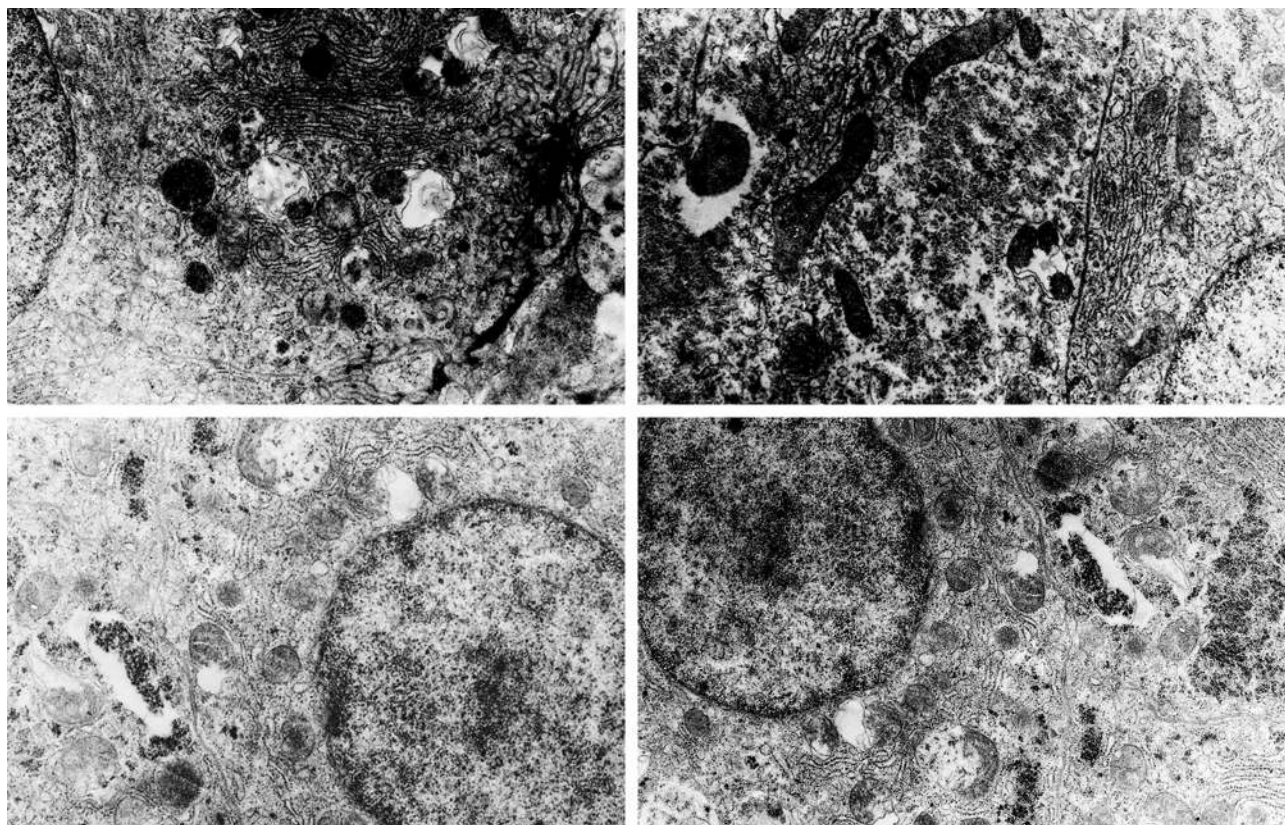


Рис. 3. Ультраструктура гепатоцитов у молоди кеты при развитии липоидной дегенерации печени в вариантах с кормами «Aller-Aqua» и ООО «Далькорм»

верхностного эпителия перемещается из области шеек желёз в основания данных образований. Крипты выстланы призматическим каёмчатым эпителием, содержащим значительное количество бокаловидных клеток. Перестройке желёз обычно предшествует перестройка выстилающего эпителия по кишечному типу. В нём появляются каёмчатые и бокаловидные клетки. Нередко отмечалось чередование желудочного и кишечного эпителиев.

В отдельных случаях у сеголетков кеты отмечалось развитие патологических процессов в стенке кишечника. Обычно страдал средний отдел кишечника, где наблюдалось отслоение и отёк слизистой оболочки с одновременным разрушением клеток, сопровождавшимся истончением собственной пластинки слизистой оболочки. В ряде случаев среди эпителиальных клеток наблюдались ярко выраженные деструктивные процессы; а также расслоение и отторжение эпителиальной выстилки слизистой оболочки.

Развитие патоморфологических изменений в пищеварительной системе молоди кеты обусловлено тем, что корм фирмы

«Aller-Aqua» предназначен для молоди форели. Он разработан с целью быстрого получения товарной продукции за счёт лёгкой усвояемости и добавления ингредиентов, стимулирующих темп роста и иммуномодуляторов, имеющих гормональное происхождение и не соответствует потребностям молоди кеты в основных питательных компонентах. ООО «Далькорм» использует модифицированную рецептуру корма, разработанного в 1990-х гг. во ВНИИПРХ (корм ЛСНТ), которая, по-видимому, недостаточно удовлетворяет потребности молоди кеты в питательных веществах (несмотря на хорошее качество производимого корма), что и вызвало развитие патологических процессов в организме рыб. Сходная картина наблюдалась у молоди кеты, выращиваемой на ЭПРЗ Рязановский и ЛРЗ Барабашевский (Приморский край) в 2014 и 2015 гг., которые постоянно используют для подращивания молоди корма производства ООО «Далькорм».

В вариантах с экспериментальными кормами патоморфологические изменения в пищеварительной системе наблюдались в вариантах кормов с 10 % кормовой добавки,

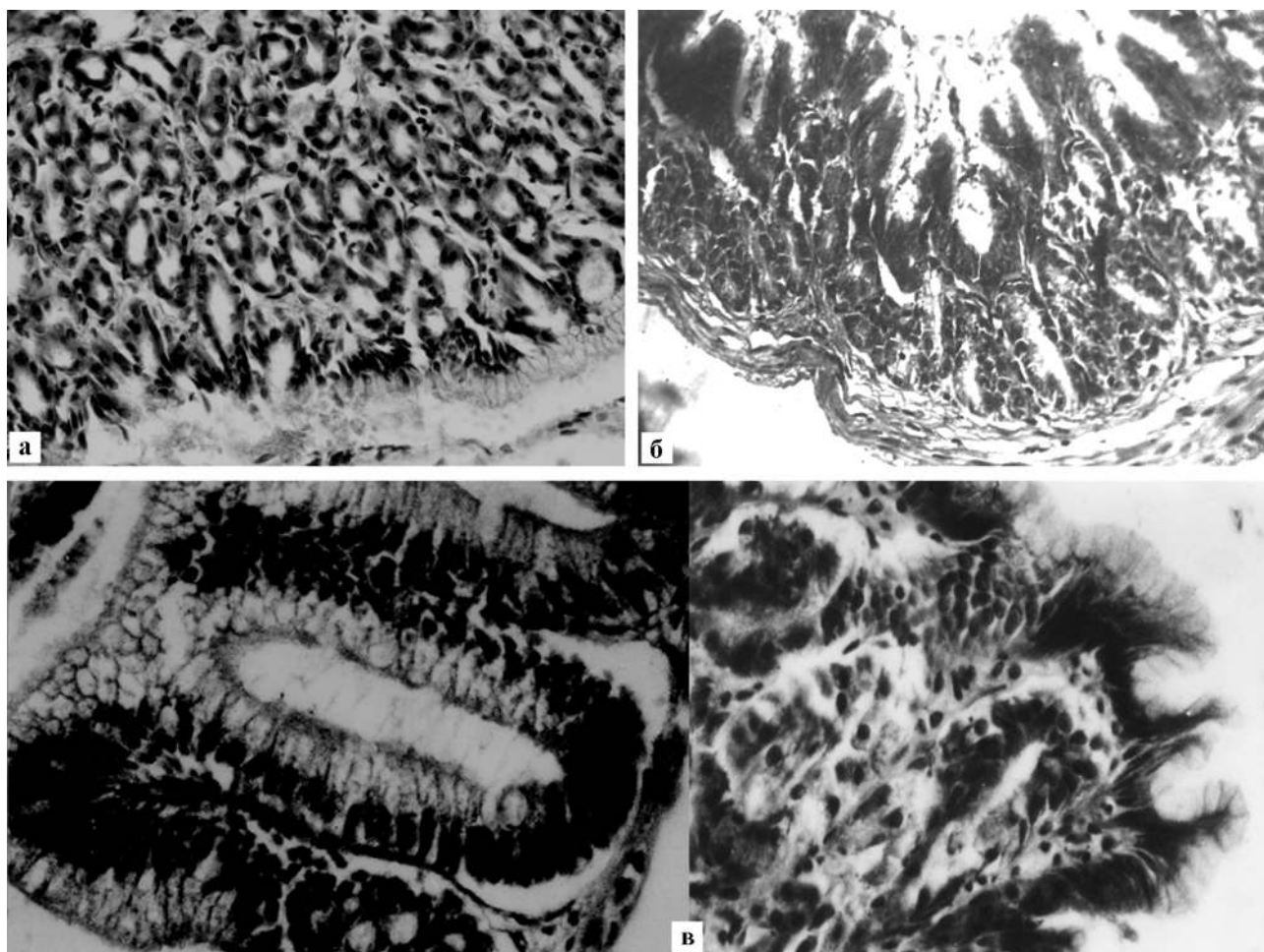


Рис. 4 Патоморфологические изменения в пищеварительном тракте:  
а, б — фундальный отдел желудка; в — средний отдел кишечника

которые характеризовались развитием липоидной дегенерации печени средней тяжести, сопровождавшейся у 30 % исследованных рыб патоморфологическими изменениями в стенке среднего отдела кишечника (отёк и отслоение слизистой оболочки, образование кистозных и микроэрозий). Все эти изменения носят обратимый характер. Такая картина спровоцирована ошибкой, допущенной при изготовлении комбикорма (в итоге нарушена балансировка корма по основным питательным компонентам). Введение 6 % кормовой добавки в рецептуру корма не нарушило балансировку корма (прототип МКС-1-86

«Старт»), однако условия содержания в аквариумах (недостаточная проточность воды) спровоцировали развитие лёгкой степени липоидной дегенерации печени обратимой формы без патоморфологических изменений в пищеварительном тракте.

Таким образом, введение высокобелковой ферментализованной кормовой добавки в рецептуры комбикормов для тихоокеанских лососей позволит снизить долю рыбной муки за счёт увеличения доли растительных ингредиентов, не снижая белковой составляющей корма, что даст возможность значительного удешевления себестоимости комбикормов.

### Литература

- Валова В.Н.** Характеристика физиологического состояния молоди тихоокеанских лососей при выращивании на искусственных кормах: дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 1999.
- Валова В.Н.** Проблема качественной оценки заводских популяций тихоокеанских лососей // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей: докл. российско-американской конф. Хабаровск, 2000. С. 107—110.
- Валова В.Н.** Применение биологически активных веществ при выращивании посадоч-



ного материала кижуча (*Oncorhynchus kisutch* WALBAUM) // Вопросы рыболовства. 2001. Т. 2, № 3 (7). С. 494—503.

**Винберг Г.Г.** Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Белорус. ун-т, 1956.

**Гайер Г.** Электронная гистохимия. М.: Мир, 1974.

Действительное положение по выращиванию кижуча в Японии. 1985.

**Ивлев В.С.** Зависимость интенсивности обмена у рыб от веса их тела // Физиол. журн. 1954. Т. 40, № 6. С. 717—751.

**Лилли Р.** Патогистологическая техника и практическая гистохимия. М.: Мир, 1969.

Сравнительная оценка стартовых комбикормов для молоди тихоокеанских лососей / А.Н. Баштовой [и др.] // Известия ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 223—233.

**Halver J.E.** Nutritional deficiency diseases in salmonids // Fish. Pathology. 1986. Vol. 10, № 2. P. 165—170.

**Halver J.E.** The vitaminic required for cultivated salmonids // Comp. Biochem. and Physiol. 1982. Vol. 73, № 1. P. 43—50.

**Ketola H.C.** Amino acid nutrition of fishes: requirements and supplementation of diets // Comp. Biochem. and Physiol. 1982. Vol. 73, № 1. P. 17—24.

**Ogata H., Konno S.** Growth response and smolt production of 1 year cherry salmon fed with diets different protein and lipid levels // Bull. Jap. Soc. Sei. Fish. 1986. Vol. 52, № 2. P. 313—318.

**Ogino C., Kamizono M.** Mineral requirements in fish. I. Effects of dietary salt- mixture levels on growth, mortality and body composition in rainbow trout and carp // Bull. Jap. Soc. Sei. Fish. 1975. Vol. 41, № 4. P. 429—434.

УДК 574.2

## ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ВОД В МОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

М.Э. Гордеева, М.Л. Калайда

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

e-mail: Maria.Galeeva@gmail.com

Аквакультура является одной из наиболее перспективных производственных отраслей сельского хозяйства Республики Татарстан, являющейся основой функционирования и развития продовольственного сектора промышленности и сельского хозяйства республики. В республике создаётся аквабиокультурный технополис, направленный на создание интегрированной инновационной биотехнологии получения экологически чистой продукции аквабиокультуры, развитие высокоэффективного рыбного хозяйства, восстановления водных биологических ресурсов современными методами их воспроизводства. Достижение этой цели будет также способствовать обеспечению продовольственной безопасности республики.

Концепция развития аквакультуры отвечает ключевым документам федерального уровня в области воспроизводства вод-

ных биологических ресурсов, постановления Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 314 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» и «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015—2020 году».

Для повышения объёма товарной рыбы необходимо, либо правильное формирование ихтиофауны рыбохозяйственных водоёмов и рациональное управление ею, либо создание новых и поддержание существующих установок искусственного воспроизводства рыб, либо совмещение этих двух мероприятий. Несмотря на то, какой путь повышения объёма товарной рыбы выбираем, необходимо соблюдение ряда условий в области качества воды.

К сожалению, у большинства естест-

венных и искусственных водоёмов РФ качество воды в динамике лет не улучшается как по санитарно-химическим, так и по микробиологическим показателям. Не исключение и Республика Татарстан. В водные объекты республики ежегодно сбрасывается около 700 млн м<sup>3</sup> сточных вод, с которыми поступает свыше 600 тыс. т загрязняющих веществ (Водный кодекс ..., 2017).

В связи с имеющимися проблемами качества вод сформировалось и многообразие параметров для контроля. Полный перечень контролируемых параметров приведён в нормативно-технических документах водно-санитарного законодательства. Основные показатели качества вод — это температура, органолептические показатели (вкус, запах, цветность, мутность, прозрачность, пенистость), водородный показатель (рН), щёлочность и кислотность, минеральный состав, содержание карбонатов и гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, сухой остаток, общая жёсткость, общее солесодержание, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК), концентрация биогенных элементов (нитратов, фосфатов, аммония, нитратов), фтора, металлов, активного хлора. В этом перечне отсутствует такой показатель как окислительно-восста-

новительный потенциал (ОВП), который, по нашему мнению, также заслуживает особого внимания. ОВП — это комплексный физико-химический показатель, способный свидетельствовать о качестве воды. ОВП является мерой химической активности элементов или их соединений в обратимых химических процессах, связанных с изменением заряда ионов в растворах.

Возникает вопрос, какой диапазон изменения ОВП должен быть в установках с замкнутым циклом водоснабжения для определённых видов рыб при условии их нормального существования? Для ответа на поставленный вопрос необходимо собрать сведения об ОВП природной воды.

Были проведены исследования и собраны данные о динамике значений ОВП в природных водах (озёр, прудов, рек) и водах, циркулирующих в установках с замкнутым циклом водоснабжения. Всего было собрано более 150 проб воды, используемых для разных целей. Отбор проб осуществлялся с 2011 до 2017 г.

Содержание растворенного кислорода измерялось с помощью прибора Марк 302 Э. Значения ОВП были получены с помощью прибора Иономер И-160 Ми, на котором также измерялись значения рН водной среды.

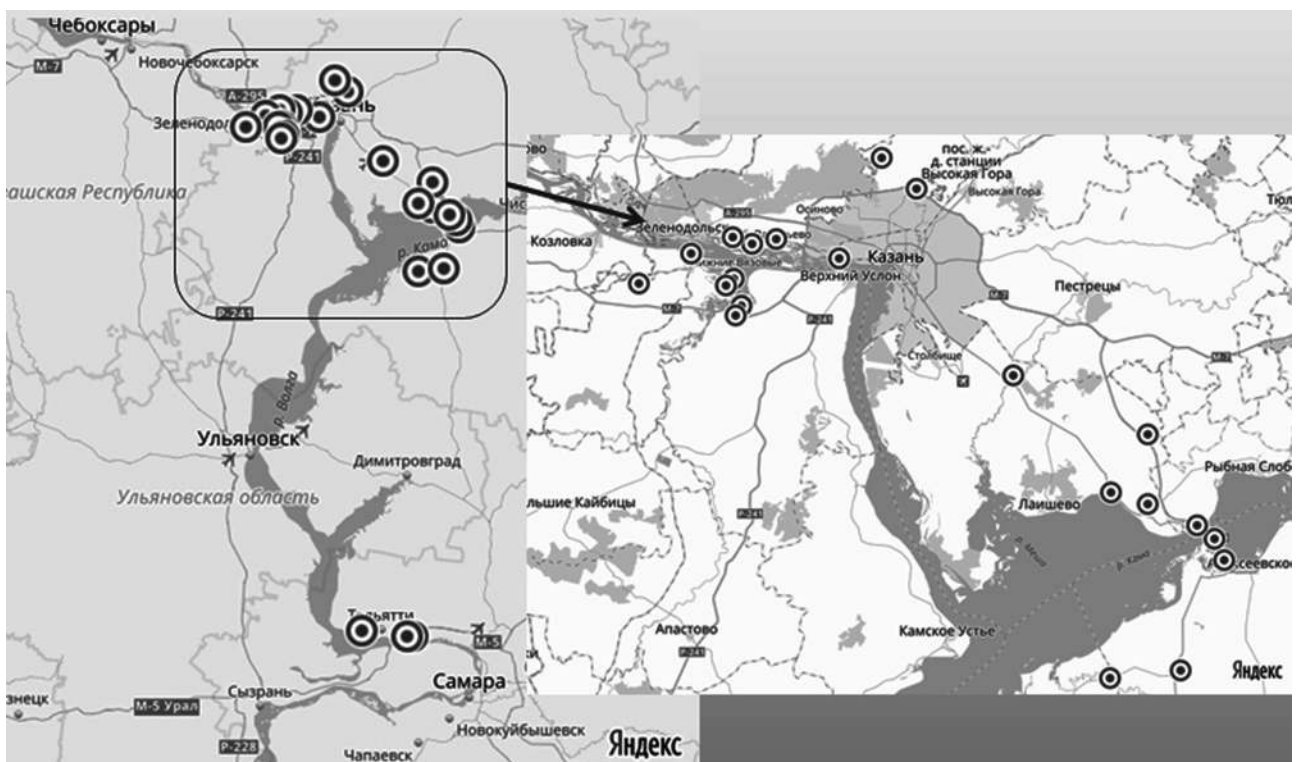


Рис. 1. Места отбора проб речной воды

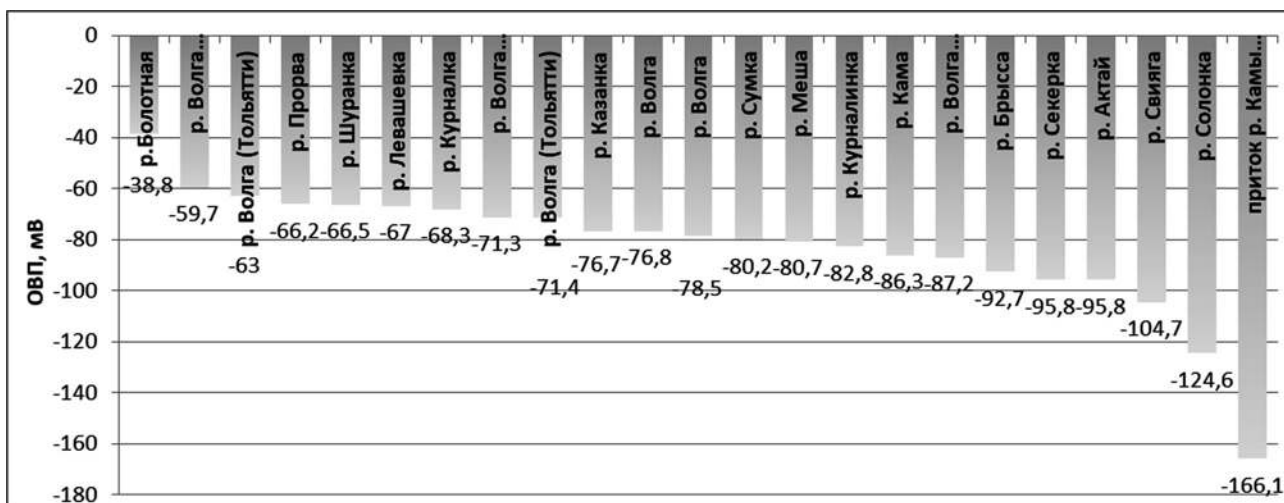


Рис. 2. Изменения ОВП в реках Республики Татарстан

Согласно паспорту данного прибора ОВП измеряется по средствам измерительного комбинированного электрода и электрода сравнения. Комбинированный электрод имеет стеклянный корпус диаметром 12 мм. В нижней его части установлена рабочая мембрана, чувствительная к ионам водорода, представляющая собой шарик из специального стекла. Над шариком впаина пористая керамика, обеспечивающая электролитический контакт между электролитом, залитым в электрод, и анализируемым раствором. Верхняя часть электрода заканчивается втулкой, из которой выходит кабель с разъёмом для подключения к преобразователю.

Карта отбора проб речной воды изображена на рис. 1, полученные результаты физико-химических характеристик (ОВП, рН, содержание растворенного кислорода) в таблице и на рис. 2.

Как видно из данных, приведённых в таблице и на рис. 2 диапазон изменения ОВП от -38,8 до -166,1 мВ (размах вариационного ряда составляет 127,3 мВ), в то время как рН от 6,672 до 8,830 (размах вариационного ряда составляет 2,158).

Таким образом, можно предположить, что ОВП является более чувствительным показателем к изменениям состояния водной среды по сравнению с рН.

У речной воды наблюдается чёткая зависимость ОВП от рН водной среды, описываемая линейным уравнением (1)

$$y = -0,0169 \times x + 6,0165, \quad (1)$$

где  $y$  — рН водной среды;  $x$  — ОВП (мВ)

Достоверность модели подтверждает коэффициент детерминации, составляющий 0,99.

Таким образом, с увеличением значения рН и переходом в щелочную реакцию среды значение ОВП уменьшается.

Для сравнения были взяты пробы родниковой воды и выявлено, что данные значения лежат в пределах от -8 до -50 мВ. Таким образом, можно предположить, что р. Болотную подпитывают родниковые воды. Данную гипотезу подтверждают также и низкие значения концентрации растворенного кислорода (5,29 мг/л).

Пробы природной воды из естественных и искусственных водоёмов (всего 64 водоёма) отбирались в Республике Татарстан (41 водоём), Республике Марий Эл (5 водоёмов), Самарской области (17 водоёмов) и Оренбургской области (1 водоём). Таким образом, были захвачены следующие географические зоны: зона южной тайги (5 водоёмов), зона смешанных лесов (30 водоёмов), зона лесостепи (28 водоёмов), зона степи (1 водоём).

В отличие от речной воды, вода озёр, расположенных в зоне южной тайги, характеризуется преимущественно положительными значениями ОВП (от -2,3 до +22,8 мВ). В целом, диапазон значений ОВП в исследуемых озёрах и прудах от +22,8 до -226,4 мВ (Калайда, 2017). Размах вариационного ряда 203,6 мВ. В то время, как диапазон изменения рН исследуемых водоёмов изменялся от 5,59 до

Изменения физико-химических показателей речной воды

Река	ОВП, мВ	pH	Содержание растворённого кислорода, мгО <sub>2</sub> /л
р. Болотная	-38,8	6,672	5,29
Р. Волга (Зеленодольский р-н)	-59,7	7,025	5,47
р. Волга (г. Тольятти)	-63,0	7,081	0,1901
р. Прорва	-66,2	7,134	5,7
р. Шуранка	-66,5	7,141	5,2
р. Левашевка	-67,0	7,149	4,59
р. Курналка	-68,3	7,170	4,95
р. Волга (Федоровские луга)	-71,3	7,222	6,72
р. Волга (г. Тольятти)	-71,4	7,223	6,11
р. Казанка	-76,7	7,300	—
р. Волга	-76,8	7,312	6,36
р. Сумка	-80,2	7,363	5,96
р. Меша	-80,7	7,381	5,18
р. Курнаинка	-82,8	7,416	4,42
р. Кама	-86,3	7,476	5,67
р. Волга (Зеленодольский р-н)	-87,2	7,479	6,49
р. Брысса	-92,7	7,585	5,63
р. Секерка	-95,8	7,636	6,73
р. Актай	-95,8	7,64	5,79
р. Свяга	-104,7	7,789	6,1
р. Солонка	-124,6	8,095	—
Приток р. Камы (село Именьково)	-166,1	8,830	4,04

9,84, а размах вариационного ряда 4,25.

Одним из возможных способов заполнения бассейнов в УЗВ — это использование водопроводной воды. В связи с этим были отобраны пробы водопроводной воды в разных частях г. Казани. Значения ОВП изменялись от +100,5 до -111,6 мВ (рис. 3).

В экспериментальной УЗВ на кафедре

«Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ» исходной водой служила водопроводная вода со значениями -29,2 мВ. Через месяц использования УЗВ значение ОВП составило -163 мВ. После прохождения очистки через биофильтр значения ОВП становились  $-25 \pm 4$  мВ.

В связи с проведёнными исследования-

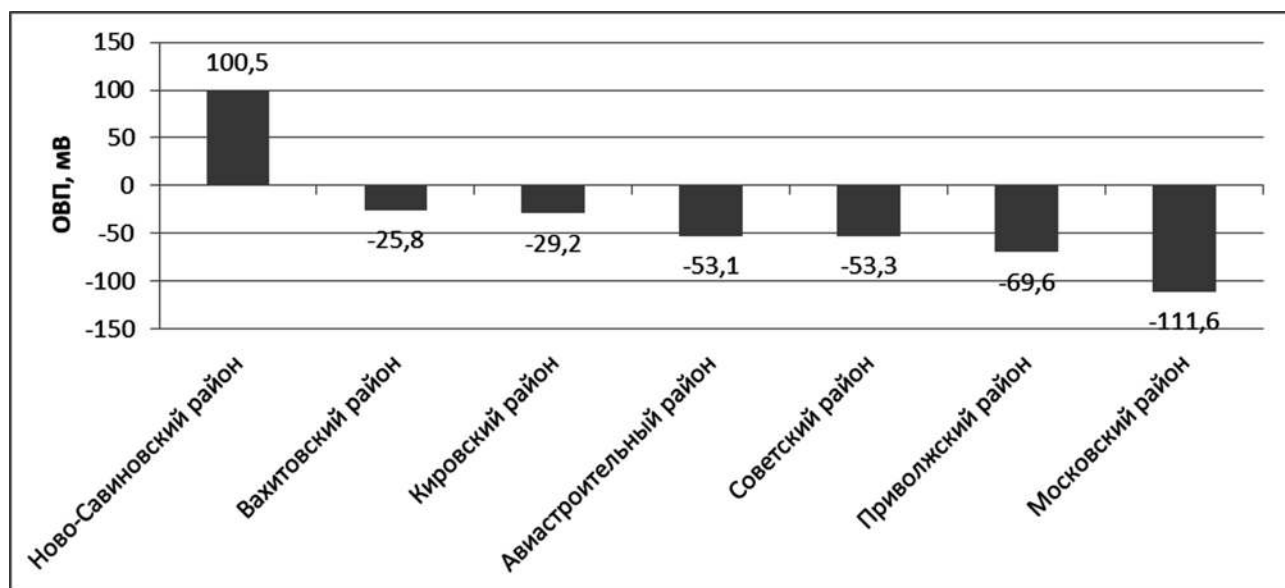


Рис. 3. Изменения ОВП водопроводной воды в разных районах г. Казани

ми возникает вопрос, при каких значениях ОВП происходят изменения в состоянии рыб? (теряется аппетит, появляются заболевания при индустриальном ведении рыбководства).

Проведённое исследование показывает

перспективную возможность использования окислительно-восстановительного показателя как комплексного показателя оценки качества поверхностных вод при условии ранжирования данного показателя и составления шкала качества вод.

### Литература

Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 29.07.2017). М., 2017.

Калайда М.А., Гордеева М.Э. Окислительно-восстановительный потенциал как показатель качества естественных и искусственных водоёмов в структуре рыбохозяйственного мониторинга. М.: Импульс, 2017.

Постановления Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 314 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса». М., 2014.

Приказ министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 16.01.2015 № 10 об утверждении отраслевой программы «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбководства) в Российской Федерации на 2015—2020 году». М., 2015.

УДК 582.26+58.02

### ВЛИЯНИЕ СОЛЁНОСТИ СРЕДЫ НА ТЕМПЫ ДЕЛЕНИЯ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ КЛЕТОК ЧЕРНОМОРСКОЙ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРОСЛИ *CLIMACONEIS SCALARIS* (BRÉBISSON) E.J. COX

О.И. Давидович

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Карадагская биологическая станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник Российской академии наук», г. Феодосия, Россия  
e-mail: olivdav@mail.ru*

Диатомовые водоросли — микроскопические организмы, имеющие большое экологическое и практическое значение. Каждый год, диатомовые, фотосинтезируя, генерируют в море примерно столько же органического углерода, как и все земные тропические леса (Production and dissolution ... , 1995; Primary production ... , 1998). Но в отличие от большей части углерода, выработанного деревьями, органический углерод, произведённый диатомовыми, быстро потребляется и служит базой для морских пищевых сетей. В прибрежных водах, диатомовые играют ключевую роль в поддержании мирового рыбного промысла. В сравнении с другими группами водорослей диатомовые имеют особенный жизненный цикл, в котором присутствуют две фазы — вегетативная, в течение которой клетки от деления к делению уменьшаются в размерах, и фаза полового воспроизведения (Round, 1990;

Experimental studies ... , 2004). В результате полового процесса появляются особые клетки, называемые ауксоспорами. Они способны быстро расти, восстанавливая максимальные видоспецифические размеры. К половому воспроизведению способны только те клетки, которые достигли критических размеров, это пороговое значение Гайтлер (Geitler, 1932) назвал кардинальным пунктом в жизненном цикле. Половое воспроизведение является облигатной стадией в жизненном цикле большинства диатомовых, поэтому в популяции могут присутствовать как инициальные клетки, имеющие максимальные видоспецифические размеры, так и родительские клетки, у которых размер клеток меньше в несколько раз. Представляется интересным установить, как влияет солёность среды на темпы деления клеток разных размеров, т.е. находящихся в разных фазах жизненного цикла. В качестве

объекта исследования была выбрана диатомовая водоросль *Climaconeis scalaris*, клетки которой имеют хлоропласты H-образной формы, и благодаря им хорошо узнаваемы под световым микроскопом (рис. 1).

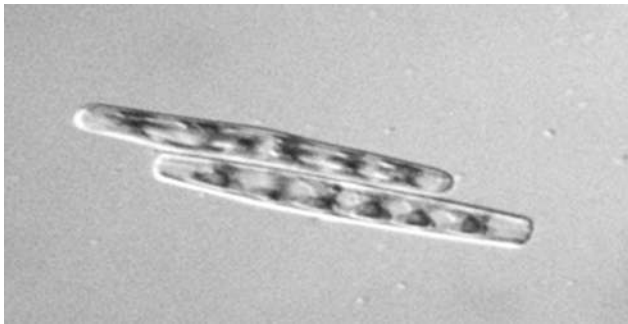


Рис. 1. *Climaconeis scalaris* (BRÉBISSEON) E.J. COX

В работе использовали клоны *C. scalaris*, которые были выделены при помощи микропипетки из проб, отобранных вблизи Кузьмичева камня (Карадаг, Чёрное море). Культуры содержались в чашках Петри на модифицированной среде ESAW (Давидович, Давидович, 2009) при естественном освещении со стороны северного окна и постоянной температуре  $20 \pm 2$  °C. Клоновые культуры изначально находились в среде, солёность которой составляла 18 ‰. Для экспериментов использовали среды в следующей градации солёности: 8, 18, 30, 36, 40 и 50 ‰. Для получения необходимого значения солёности приготовленную согласно рецепту среду (30 ‰) разбавляли дистиллированной водой или добавляли к ней нужное количество хлорида натрия.

Крупные клетки получены в результате скрещивания репродуктивно совместимых клонов. Для этого была задействована сексуально совместимая пара клонов 5.0720-Z + 5.0716-D. В качестве посевного материала использовали культуры в экспоненциальной стадии роста. После того, как в смеси прошёл процесс аутоspорообразования, при помощи микропипетки в отдельные чашки Петри выделялись инициальные клетки.

Клетки измеряли с помощью окулярной линейки, калиброванной по объект-микроскопу. Для оценки действия солёности на темп деления клеток ( $v$ , делений/сут) в клонах, различающихся размерами клеток, подсчитывали их число на 15–18-ти полях зрения микроскопа. Затем рассчитывали темп

деления клеток по формуле (1):

$$v = (\ln N_2 - \ln N_1) / \Delta t, \quad (1)$$

где  $N_1$  — численность клеток в культуре в момент времени  $t_1$ ,  $N_2$  — численность клеток в культуре в момент времени  $t_2$ ,  $\Delta t$  — промежуток времени между  $t_1$  и  $t_2$ .

Основной способ размножения диатомовых водорослей — вегетативное (митотическое) деление клетки надвое. Деление осуществляется с разной скоростью у разных видов, а также у одних и тех же видов в зависимости от условий среды. Вид *C. scalaris* является широко-толерантным в отношении солёности, выдерживает диапазон от 5 до 55 ‰ (Давидович, Давидович, 2017). В экспериментах участвовали клоны *C. scalaris* 5.0720-E и 5.0716-D, слегка отличающиеся размерами клеток, и смесь инициальных и постинициальных клеток, полученная как результат полового воспроизведения смешанного посева 5.0720-Z + 5.0716-D (см. таблицу). Ввиду различия размеров клетки находились на разных этапах жизненного цикла.

Размеры клеток различных клонов

Клон	Средняя длина $\pm$ ошибка среднего, мкм; количество измеренных клеток (N)
5.0720-D	$43 \pm 1,7$ (N = 15)
5.0716-E	$52 \pm 1,6$ (N = 15)
[5.0720-Z + 5.0716-D]	$188 \pm 6,9$ (N = 15)

Как показали эксперименты, клетки всех размеров имели наибольший темп вегетативного деления в среде с уровнем солёности в диапазоне от 18 до 30 ‰ (рис. 2). В этом диапазоне клетки делились почти в два раза быстрее, чем в средах с другой солёностью. При этом темп деления мелких клеток двух клонов 5.0720-E и 5.0716-D был одинаковым и составил 0,71—0,76 делений/сутки для среды, солёность которой была 18 ‰, и 0,72—0,78 делений/сутки для 30 ‰. Диапазон от 18 до 30 ‰ можно считать благоприятным для вегетативного размножения клеток *C. scalaris*. За пределами этого диапазона, в средах с солёностью 8, 36, 40 и 50 ‰ темп деления мелких клеток был соответственно 0,30—0,39, 0,36—

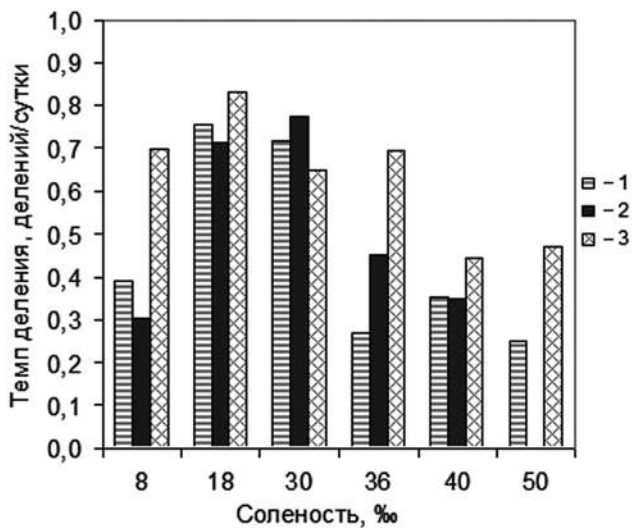


Рис. 2. Темп деления клеток *Climaconeis scalaris* (BRÉBISSEON) E.J. Сох:

1 — клон 5.0720-E; 2 — клон 5.0716-D; 3 — инициальные и постинициальные клетки

0,45, 0,35 и 0,25 делений/сутки. В «неблагоприятных» условиях темп деления у крупных клеток оказался в 2—2,5 раза выше, чем у мелких. В средах с солёностью 8 и 36 ‰ он со-

ставлял 0,70 и 0,69 делений в сутки, соответственно. При других солёностях, т. е. 18, 30, 40 и 50 ‰, темп деления был соответственно 0,83; 0,65; 0,44 и 0,45. В среднем для всех солёностей темп деления крупных клеток *C. scalaris* превышал темп деления мелких клеток более чем в 1,5 раза. Различия в темпах деления разноразмерных клеток надо учитывать при построении моделей динамики численности популяций, размерного распределения, а также при определении времени, необходимого для того, чтобы клетки прошли вегетативную фазу роста и достигли генеративной фазы.

Таким образом, можно отметить, что в начале жизненного цикла клетки делятся активнее и темп деления у них выше, а с уменьшением размера клеток темп деления уменьшается. Большой темп деления крупных клеток позволяет объяснить наблюдавшееся у некоторых видов при содержании в культурах быстрое уменьшение размеров клеток в начале жизненного цикла.

## Литература

**Давидович Н.А., Давидович О.И.** Использование среды ESAW в опытах по изучению полового воспроизведения диатомовых водорослей // Карадаг-2009: сб. науч. тр. посвящ. 95-летию Карадагской науч. ст. и 30-летию Карадагского природ. запов. НАНУ / ред. А.В. Гаевская, А.А. Морозова. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. С. 538—544.

**Давидович О.И., Давидович Н.А.** Влияние солёности среды на вегетативный рост и половое воспроизведение двух водорослей из рода *Climaconeis* (Bacillariophyta) // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19—24 сентября 2016 г.) / под общ. ред. А.В. Гаевской: в 3-х т. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 1. С. 166—169.

Experimental studies on sexual reproduction in diatoms / V.A. Cherpurnov [et al.] // Intern. Rev. Cytol. 2004. Vol. 237. P. 91—154.

**Geitler L.** Der Formwechsel der pennaten Diatomeen (Kieselalgen) // Arch. Protistenk. 1932. Vol. 78. P. 1—226.

**Cox E.J.** Taxonomic studies on the diatom genus *Navicula* BORY. IV. *Climaconeis* GRUN., a genus including *Okedenia inflexa* (BRÉBISSEON) EULENST. ex de TONI and members of *Navicula* Sect. Johnsonieae sensu Hustedt // Brit. Phycol. J. 1982. Vol. 17. P. 147—168.

Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components / C.B. Field [et al.] // Science. 1998. Vol. 81. P. 237—240.

**Mereschkowsky C.** On *Okedenia* Eul. // Ann Mag Nat. Hist. 1901. Vol. 8. P. 415—423.

Production and dissolution of biogenic silica in the ocean: revised global estimates, comparison with regional data and relationship to biogenic sedimentation / D.M. Nelson [et al.] // Glob. Biogeochem. Cycles. 1995. Vol. 9. P. 359—372.

УДК 582.26+581.162+57.017.53

## АНАЛИЗ РАЗМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЕТОК В ПОПУЛЯЦИЯХ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Н.А. Давидович

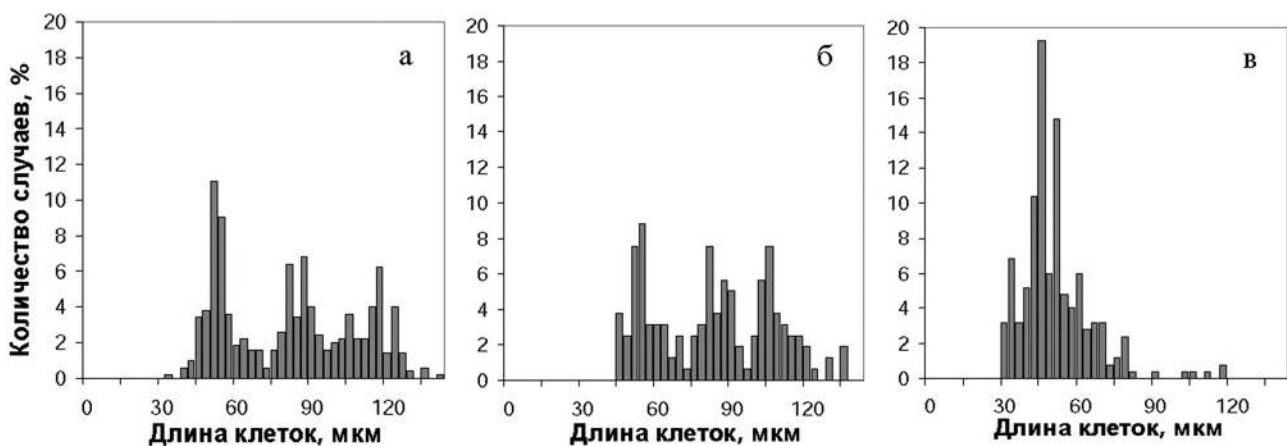
ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского — природный заповедник РАН»,  
 пос. Курортное, г. Феодосия, Россия  
 e-mail: karadag-algae@yandex.ru

Диатомовые водоросли играют важнейшую роль в гидробиоценозах водоёмов. Являясь первичными продуцентами, эти одноклеточные организмы в глобальном масштабе обеспечивают поступление по пищевым цепям до четверти первичной продукции. Существование диатомовых связано с полом и половым воспроизведением (Round, Crawford, Mann, 1990), которое у большинства из них является облигатным этапом жизненного цикла (Experimental studies ... , 2004). Хорошо известна такая особенность диатомовых водорослей как достраивание меньшей створки панциря в процессе вегетативного деления клетки, вследствие чего в популяции появляются клетки все меньших размеров. При этом уменьшается средний размер клеток и растёт широта варьирования размеров. Восстановление исходных максимальных размеров происходит в процессе полового воспроизведения, результатом которого является формирование ауксоспор — специфических быстрорастущих клеток. Внутри закончивших рост ауксоспор образуются инициальные клетки. Каждая инициальная клетка обладает уникальным генетическим набором и даёт начало

новому клону. Воспроизведение в популяции может происходить постоянно с небольшой интенсивностью, либо эпизодически. В последнем случае когорта инициальных клеток формирует определённый размерный класс, дальнейшую историю которого в принципе представляется возможным проследить, если выполнить анализ размерного распределения клеток в популяции, опираясь на вышеизложенную в общих чертах теорию жизненного цикла диатомовых (Mann, 1988).

У многих видов в популяциях наблюдается полимодальное распределение размеров клеток. Пример такого распределения, зарегистрированного у одношовной пеннатной диатомеи *Achnanthes longipes* C. AGARDH, представлен на рисунке.

Полимодальность, очевидно, свидетельствует об эпизодически происходящем воспроизведении. Ранее было показано (Mann, 1988), что пики соответствуют отдельным когортам клеток, возникших в результате полового процесса, прошедшего в популяции. Следует отметить, что вступление клеток в процесс полового воспроизведения у диатомовых обусловлен рядом факторов, которые



Гистограммы распределения размеров клеток *Achnanthes longipes* по частоте встречаемости в природной популяции в районе Кузьмичева камня, Карадаг:

а — 18.02.1999, количество измеренных клеток N = 498; б — 19.02.1999, N = 159; в — 19.04.2000, N = 250



могут иметь как эндогенную, так и экзогенную природу. К эндогенным факторам относятся размер клеток. Ещё в первой четверти прошлого века Л. Гайтлер (Geitler, 1932, 1935) обратил внимание на то, что к половому воспроизведению готовы лишь те клетки, апикальный размер которых (у радиальных центрических — диаметр) становился меньше некоторой критической величины, своей для каждого вида. Л. Гайтлер назвал этот размер кардинальным пунктом в жизненном цикле диатомовых и считал, что он составляет у диатомовых 30—40 % от максимально возможного, наблюдаемого у возникших после полового воспроизведения инициальных клеток. Позднее, на более обширном материале мы уточнили положение этой критической границы, которая для большинства диатомовых составила 45—55 %, в среднем 50 % от максимального видоспецифического размера (Davidovich, 2001).

Экзогенные факторы, регулирующие вступление в половой процесс можно разделить на абиотические и биотические. К абиотическим следует отнести температуру (Давидович О.И., Давидович Н.А., Муже, 2018), солёность среды (Влияние солёности среды ..., 2016), химический состав (Drebes, 1977), условия освещения (Light is a key factor ..., 2009) и некоторые другие, действие которых пока ещё слабо изучено.

Анализируя представленное на рисунке распределение размеров клеток в природной популяции, можно заметить, что в первый год наблюдений в популяции доминировали клетки трёх размерных классов, максимумы которых соответствовали приблизительно 50, 80 и 120 мкм. В небольшом количестве попадались клетки больших размеров, вплоть до 140 мкм. На следующий год наблюдений клеток таких размеров не встречалось. Следует обратить внимание на повторяемость результатов: в пробах, отобранных в течение двух последовательных дней, характер распределения остаётся неизменным. Дистанция между пиками составляет порядка 30 мкм. В принципе, зная скорость уменьшения размеров клеток, и темп деления можно оценить с определённым приближением продолжительность временного интервала, отделяющего события массо-

вого ауксоспорообразования, давшие начало отдельным генерациям клеток. Воспользовавшись данными полученными А.М. Рошиным (1994), который установил, что апикальный размер клеток при содержании в культуре уменьшается со средней скоростью 13,7 мкм в месяц, легко подсчитать, что события ауксоспоруляции отделяли друг от друга примерно 2,2 месяца. При этом можно заметить, что правый пик (см. рисунок а, б) отстоит от максимального видоспецифического размера клеток примерно на те же 30 мкм, и в таком случае мы должны согласиться с тем, что последнее ауксоспорообразование прошло в популяции приблизительно за два месяца до отбора февральских проб. Однако, это маловероятно: ноябрь, декабрь — не самый благоприятный период для развития диатомовых. Из многих источников известно (например, Кустенко, 1988; Рошин, 1994), что наиболее благоприятными для диатомовых в районе исследования являются ранневесенний и осенний периоды. В природной популяции темп деления клеток, вероятнее всего, отличается от того, который наблюдался в культуре.

В февральских пробах присутствовали клетки, размер которых соответствует максимально возможному для данного вида. Это свидетельствует о том, что в популяции процесс ауксоспорообразования прошёл в предшествующие отбору проб дни и, возможно, ещё продолжается. На следующий год, в апреле клетки размером свыше 120 мкм в популяции уже не встречались. Следовательно, можно сделать вывод о том, что один из периодов, благоприятных для ауксоспорообразования в природной популяции *A. longipes*, приходится на конец января — начало февраля, возможно, затрагивает и середину февраля.

Анализируя распределения мы предполагаем, что темпы деления разноразмерных клеток близки, поскольку только при этом условии, наличие пиков можно объяснить не разностью темпов деления клеток разных размеров, а действительным присутствием в популяции клеток одних размеров и небольшим количеством или полным отсутствием клеток других размеров.

По размерным распределениям можно определить также эффективную долю попу-

ляции, т. е. ту её часть, которая способна участвовать в половом воспроизведении. Как уже отмечалось, в генеративной фазе находятся только те клетки, размер которых стал меньше половины максимального, характерного для вида размера. В нашем случае это клетки меньше 70 мкм. Если в феврале таких клеток в популяции было 35—40 %, то в апреле на следующий год — более 90 %, но, как видим, при этом воспроизведения и аукоспорляции, которая бы привела к появлению крупных клеток, в популяции не происходило.

Таким образом, анализ размерного распределения клеток в популяциях диатомовых водорослей позволяет глубже понять возрастную структуру и динамику популяций,

охарактеризовать их состояние, показать готовность популяции к половому воспроизведению. Изложенные принципы анализа, если они носят общий характер, применимый ко всем диатомовым, могут быть использованы также при оценке динамики и прогнозирования развития популяций других видов, например, потенциально опасных, токсикогенных представителей рода *Pseudonitzschia*.

Работа поддержана совместным грантом Российского фонда фундаментальных исследований и Министерства образования, науки и молодёжи Республики Крым № 17-44-92021 р-а «Диатомовые рода *Pseudonitzschia*: распространение у берегов Крыма, жизненный цикл, токсикогенная активность».

### Литература

Влияние солёности среды на вегетативный рост и половое воспроизведение водорослей из рода *Ardissonea* DE NOTARIS (Bacillariophyta) / О.И. Давидович [и др.] // Физиология растений. 2016. Т. 63, № 6. С. 796—803.

**Давидович О.И., Давидович Н.А., Муже Ж.-Л.** Влияние температуры на вегетативный рост и половое воспроизведение двух видов диатомовых водорослей рода *Haslea* // Биология моря. 2018. Т. 44, № 1. С. 10—15.

**Кустенко Н.Г.** Сезонные изменения видового состава и численности планктонных диатомей // Карадагский государственный заповедник. Летопись природы. 1988. Т. 5. С. 37—40.

**Поцин А.М.** Жизненные циклы диатомовых водорослей. Киев: Наукова думка, 1994.

**Davidovich N.A.** Species specific sizes and size range of sexual reproduction in diatoms // Proceedings of the 16th International Diatom Symposium. Athens & Aegean Islands, 25 August — 1 September 2000 / ed. by A. Economou. Athens: University of Athens, 2001. P. 191—196.

**Drebes G.** Sexuality // The Biology of Diatoms. Botanical Monographs. V. 13. / ed. by D. Werner. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1977. P. 250—283.

Experimental studies on sexual reproduction in diatoms / V.A. Chepurinov [et al.] // International Review of Cytology. 2004. V. 237. P. 91—154.

**Geitler L.** Der Formwechsel der pennaten Diatomeen (Kieselalgen) // Archiv für Protistenkunde. 1932. Vol. 78. P. 1—226.

Geitler L. Reproduction and life history in diatoms // Botanical Review. 1935. Vol. 1, № 5. P. 149—161.

Light is a key factor in triggering sexual reproduction in the pennate diatom *Haslea ostrearia* / J.-L. Mouget [et al.] // FEMS Microbiology Ecology. 2009. Vol. 69, № 2. P. 194—201.

**Mann D.G.** Why didn't Lund see sex in *Asterionella*? A discussion of the diatom life cycle in nature // Algae and the Aquatic Environment / ed. by F.E. Round. Bristol: Biopress Ltd., 1988. P. 384—412.

**Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G.** The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

УДК 574.55

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОРЕСУРСОВ ОЗЁР АЛАКОЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ**

Е.К. Данько

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Алматы,  
Казахстан  
e-mail: danko@kazniirh.kz

Алакольская впадина расположена на юго-востоке Казахстана. Её оконтуривают в виде подковы горные хребты: на севере — Тарбагатай, на востоке — предгорья хребтов Барлык и Майли, на юге — Жонгарский Ала-тау. На западе Алакольская впадина постепенно сливается с Балхашской, а на юго-востоке узким межгорным проходом, известным как Жонгарские ворота, соединяется с впадиной озера Эби-Нор, расположенной на территории КНР (Терлецкий, 1931). Алакольская система озёр является крупным рыбопромысловым районом Государственного значения Республики.

Самым западным из озёр Алакольской группы является озеро Сасыкколь, второе по величине. За среднеголетний уровень, обычно принимают отметку 350,5 мБС, при которой его площадь составляет 736 км<sup>2</sup> (длина 49,6 км, ширина 19,8 км, наибольшая глубина — 4,7 м, средняя — 3,3 м) (Филонен, 1981). Озеро проточное простирается с запада на восток, пресноводное минерализация воды колеблется в течение года от 0,27 до 2,16 г/кг.

Озеро Кошкарколь расположено между озёрами Сасыкколь и Алаколь от которых отделено перешейками шириной 4,5 и 5,5 км. Площадь озера (при отметке среднеголетнего уровня 349,8 мБС) — 120 км<sup>2</sup> (длина — 18,3 км, ширина — 9,6 км, наибольшая глубина — 54 м, средняя — 22,1 м. Озеро неправильной грушевидной формы, глубина — 5,8 м, средняя — 4,1 м). Озеро проточное эллипсоидной формы, вытянуто с севера на юг. Минерализация воды колеблется от 0,85 до 1,28 г/кг (Курдин, 1965).

Озеро Алаколь — самое крупное в системе. При высоте 347,3 м над ур. моря (БС) площадь его водной поверхности 2650 км<sup>2</sup>. Длина озера — 104 км, ширина — 52 км, вытянуто с северо-запада на юго-восток. Оно отличается сложным рельефом дна, обусловленным многочисленными островами, косами, отмелями.

Алаколь — бессточное озеро. Вода в нём солёная, минерализацией до 11,6 г/л. В него впадает более 15 притоков, из которых основными являются реки Уржар (50 % поверхностного притока в озеро), Катынсу (8,8 %), Емель (27,4%) на севере и северо-востоке, Жаманоткель (5%), Ырғайты и Жаманты (8,8%) на юге и юго-востоке.

Алакольские озёра долгое время являлись одним из самых не изученных промысловых водоёмов Казахстана в ихтиологическом отношении. Первые сведения об ихтиофауне бассейна стали поступать с 1840 г. после экспедиций А. Шренка, О. Финша, П. Романова, И. Полякова, А. Брема, А. Федченко, Н. Северцова и др.

Собранные этими исследователями окунь, маринка, голый осман, пятнистый и одноцветный губачи в числе других материалов, были использованы при описании видов рыб, аборигенных для Балхаш-Алакольского бассейна (Кесслер, 1874; Никольский, 1885; Берг, 1905).

В настоящее время, с учётом современных изменений в систематике, в ихтиофауне Алакольского бассейна указано 12 аборигенных видов рыб, из которых 6 видов (50%) занесены в Красную книгу Алматинской области (2006), как нуждающиеся в охране: гольяны балхашский и семиреченский, маринка, губач одноцветный, голец Северцова и окунь. Правда, последний вид именно в Алакольских озёрах многочисленен и является объектом промысла, но в других водоёмах области он стал редок и включён в Красные книги МСОП и Казахстана (2008).

Небольшое число видов в ихтиофауне крупных озёрных систем Казахстана породило мнение о необходимости «обогащения» ихтиофауны ценными промысловыми видами. Акклиматизационные работы в Алакольском бассейне имеют более чем полувековую историю.

До 1930-х гг. ихтиофауна озёр состояла из аборигенных видов, из которых только балхашская маринка и балхашский окунь имели промысловое значение. Однако их хозяйственное освоение в то время было слабым. Для развития рыбного промысла на Алакольских озёрах исключительное значение имела успешная акклиматизация сазана (*Suiprinus carpio*), который был перевезён из рек бассейна Балхаша в три приёма в 1932—1933 гг. в количестве около 1 тыс. экз. (Некрашевич, 1963). Численность сазана быстро росла, уловы этого вида с 19 т в 1939 г. увеличились до 574 т в 1944 г. К середине 1960-х гг. в целом по системе они достигли 3,8 тыс. т (Стрельников, 1974).

В дальнейшем, в результате нерационального промысла и подрыва запасов, численность сазана постепенно снижалась от 1752 т в 1976 г. до 111 т в 1985 г. 58 т в 2017 г. Начиная с 2002 г. в оз. Кошкарколь, а с 2005 г. по всей системе озёр был введён нулевой лимит на его вылов. Все последующие годы сазан в научных уловах встречался единично. На оз. Алаколь сазан ловился только в северном рыбопромысловом районе, а в оз. Сасыкколь в дельтовых озёрах р. Тентек (Данько, Скакун, 2008). На оз. Кошкарколь не отмечался вовсе. Повышение уровня воды в озёрах с 2010 г. и увеличение в этой связи нерестовых площадей и мест нагула способствовало увеличению в уловах доли младше возрастных рыб. Однако и по настоящее время из-за малой численности запрет на его лов продолжается.

Другим ценным видом, успешно акклиматизированным в Алакольских озёрах в 1963—1968 гг., был судак (*Sander lucioperca*). Первая партия его была выпущена в 1963 г. в юго-западной части оз. Алаколь в количестве 2525 производителей, перевезённых из дельты р. Урал. Специалисты КазНИИРХ рекомендовали выпускать судака в опреснённой части Алаколя, однако по транспортно-техническим причинам его выпустили там, где наиболее высока солёность — до 8,5 ‰ у с. Коктума. Но судак сам исправил положение, мигрировав в опреснённую северо-западную часть водоёма на расстояние 30—80 км (Некрашевич, 1965). Вторая партия судака была выпущена в 1968 г. в оз. Сасыкколь в устье р. Тентек.

Судак медленно наращивал свою численность в озёрах, достигнув промыслового уровня почти через 10 лет после интродукции. Это было связано с недостатком нерестилищ и с сопротивлением ихтиоценоза, в первую очередь — плотной популяции окуня. Лишь с проникновением судака в пресноводные озера системы численность его стала увеличиваться быстрее (Дукравец, 1989). Судак вошёл в промысел в 1970 г. на оз. Алаколь, а в последующем на озёрах Кошкарколь и Сасыкколь. Из пресноводных озёр он практически вытеснил окуня. К 1980 г. вылов судака в озёрах достиг 1,5 тыс. т. В последующие годы в результате заболевания и гибели, а также интенсивного промысла запасы его снизились. В настоящее время численность популяции судака находится ниже пределов целевого ориентирования и нуждается в восстановлении, в связи с чем, с 2015 г. на его вылов, на всех озёрах установлен запрет. Сложившаяся ситуация была предсказуема и меры по её недопущению предлагались ранее (Данько, 2010, 2012).

Серебряный карась (*Carassius auratus gibelio*) по официальным данным был вселён в Алакольские озёра в 1973 г. из Бухтарминского водохранилища. Однако, не исключено более раннее попадание этого вида в ходе перевозок растительноядных рыб из Алматинского прудхоза. Акклиматизация карася была рассчитана на освоение им придаточных водоёмов, многие из которых являются заморными. Однако, в связи с резким снижением численности сазана карась занял высвободившую кормовую нишу и постепенно распространился по всем водоёмам системы (Соколовский, Тимирханов, 2004). В настоящее время рассматривается как подвид азиатско-европейского карася (Скакун, Горюнова, 2004).

Лещ (*Abramis brama*) был вселён в оз. Алаколь в мае 1987—1988 гг. разновозрастными особями из Бухтарминского водохранилища в связи с сокращением запасов наиболее ценного промыслового вида — сазана. Общий объём вселения составил около 4 000 экз. Следует отметить, что согласно биологическому обоснованию вселение леща производилось в маловодный период и предполагалось, что он

будет населять только оз. Алаколь. Вселение этого вида в озёра Сасыкколь и Кошкарколь не предполагалось. Однако, в связи с многоводными 1988—1989 гг. лещ самостоятельно расселился по акватории Алакольской системы. В настоящее время численность леща в озёрах самая многочисленная. Уловы его остаются наиболее высокими во все сезоны года, доминируя как в сетных, так и неводных орудиях лова. Вместе с лещом в озера попал неплановый акклиматизант — плотва (*Rutilus rutilus*), которая распространилась по всем озёрам и достигла промысловой численности.

Вследствие интенсивного промысла и изменений условий обитания балхашская маринка потеряла промысловое значение уже к началу 1970-х гг. Балхашский окунь в настоящее время, с уменьшением численности судака наращивает свою численность. С 2013 г. он вошёл в промысел на озёрах Сасыкколь и Кошкарколь в которых не отмечался с 2000 г. Уловы его во всех озёрах в последние годы составляют более 300 т.

Современная ихтиофауна бассейна Алакольских озёр состоит из 24 видов относящихся к 6 семействам из них промысловыми являются — лещ, плотва, окунь, сазан, судак и карась.

Изначально основу ихтиофауны озёрной части акватории Алакольской системы составляли 3 вида — балхашский окунь, балхашская маринка и пятнистый губач. Каждый из этих видов в пределах бассейна образовывал несколько экологических форм. По численности доминировали окунь и губач, по биомассе — окунь и маринка. Промыслом осваивались запасы маринки и окуня, губач добывался в качестве прилова. Конкуренция в аборигенном ихтиоценозе была минимальной. Акклиматизированный сазан, быстро набрав численность начал постепенно теснить аборигенов, в первую очередь камышового окуня и губача, конкурируя с ними в питании.

Карась при вселении попал в условия конкуренции за нерестилища с сазаном и частично с губачом. За объекты питания — с губачом и камышовым окунем в зарослевых биотопах, и с сазаном в открытой части. Поэтому он начал наращивать свою численность только после уничтожения судаком в пресно-

водной части системы губача и окуня. После резкого снижения численности сазана в результате перелова и ухудшения условий его воспроизводства карась стал играть заметную роль в промысле.

Интродукция леща пришлась на период повышения водности и улучшения условий воспроизводства для сазана и карася. Поэтому наращивание численности этих видов происходило параллельно. Поскольку карась занимал в основном зарослевые биотопы, экониша пелагического бентофага оставалась относительно свободной. При одновременном её заполнении несколькими видами конкуренция была неизбежной. Так гидробиологические исследования уже с 1992 г. указывали на значительное сходство спектра питания сазана, леща, карася и плотвы. В настоящее время лещ из-за большой конкуренции за спектр питания приобрёл тугорослую форму и не является привлекательным объектом промысла.

До 2015 г. в Алакольских озёрах промыслом осваивалось 5 видов рыб: лещ, плотва, карась, окунь и судак. Шестой вид — сазан с 2005 г. по настоящее время к вылову не рекомендован до восстановления подорванной нерациональным промыслом популяции. С 2015 г. не рекомендован к вылову и судак, так как его популяция также нуждается в восстановлении.

Историю освоения рыбных запасов на озёрах Алакольской системы можно разделить на несколько периодов.

Первый — до 1930-х гг., когда промысел на озёрах вёлся индивидуальными рыбаками и носил характер натурального хозяйствования. Основу уловов составляли два вида: балхашский окунь и маринка.

Второй — с момента постройки Туркестано-Сибирской железной дороги до начала плановых акклиматизационных работ. В это время рыбные запасы озёр стали осваиваться промыслом организовано. Сначала это были разрозненные рыболовецкие колхозы, с примитивной техникой лова, затем (к середине 1950-х гг.) возросла роль государственного лова. И промысел в этот период базировался на огромных запасах удачно акклиматизированного здесь в 1930-х гг. сазана.

Третий период — с начала 1960-х до на-

чала 1990-х гг. — период максимальной интенсификации промысла и максимальных уловов рыбы в Алакольской системе озёр. Привело это (в купе с ухудшением водного режима и перестройке в сообществе рыб, произошедшей после ряда акклиматизационных мероприятий) к трёхкратному снижению уловов и подрыву запаса основного и наиболее ценного промыслового вида — сазана.

Четвёртый период пришёлся на годы экономического спада. Это должно было сказаться на улучшении состояния запасов промысловых видов, но этого не произошло. Натуральный способ хозяйствования приводил к увеличению объёмов добычи, не учитываемой статистикой.

В пятый — современный период (с 2000 г. по настоящее время) отмечается интенсификация промысла, которая сопровождается расширением зон лова, улучшением перерабатывающей базы, началом проведения зарыблений. При этом, промысел базируется на вылове ценных в коммерческом отношении видов рыб не учитываемый статистикой. Малоценные виды промыслом практически не осваиваются.

В сложившейся ситуации для повышения устойчивости ихтиоценоза водоёмов к внешним воздействиям (смена гидрологического режима, изменения в интенсивности промысла) рекомендуем:

- снижать степень доминирования леща, для создания условий по увеличению запасов ценных бентофагов и в первую очередь сазана, путём интенсивного вылова леща на которого отсутствует промысловая мера;

- запретить сетной лов на озёрах Сасыкколь и Кошкарколь, оставить только неводной;

- проводить зарыбления озёр молодью сазана из местных рыбопитомников исходя из рекомендуемых нормативов по зарыблению с уточнением их ежегодного объёма согласно рыбопродуктивности по кормовой базе (биологической ёмкости);

- с целью повышения рыбопродуктивности озёр Сасыкколь и Кошкарколь путём утилизации фитомассы, которой изобилуют озёра проводить их искусственное зарыбление сеглетками белого амура и белого толстолобика;

- согласно Закона «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира» п. п. 4 пункт 2. статья 14. — необходимость создания зон покоя в местах массового скопления животных в период миграции и размножения, рекомендуем территорию, которая начинается от самого узкого места залива расположенного у посёлка «Старый рыбаچه» и охватывает «Сычевский озерок» «Бекжаны», «Соляное» и «Кызыленко» в северном районе оз. Алаколь включить в круглогодичную запретную зону на промысловое рыболовство.

- проведение технической мелиорации на оз. Сасыкколь по закрытию проток «Ерту» и «Мамошка» с целью предотвращения ухода воды и рыбы в необлавливаемые урочища.

- со стороны органов рыбоохраны усилить контроль, за применением оптимального количества разрешённых орудий лова на водоёмах по типам орудий лова, количеству рыбаков и лодок.

При выполнении изложенных рекомендаций Алакольские озера в ошутимом будущем могут вернуть себе славу сазанье — окупных водоёмов.

### Литература

**Берг А.С.** Рыбы Туркестана // Научные результаты Аральской экспедиции / Изв. Турк. отд. Имп. русск. геогр. общ-ва. Т. IV., вып. II. СПб., 1905.

**Данько Е.К.** Пути направленного формирования ихтиофауны и повышение рыбопродуктивности Алакольской системы озёр // Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса стран таможенного союза: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Астана, 2010. С. 318—321.

**Данько Е.К.** Пути повышения эффективности естественного воспроизводства судака в условиях Алакольских озёр // Агропромышленная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: материалы XV Междунар. конф. Петропавловск, 2012. С. 65—67.

- Дукравец Г.М.** *Stizostedion lucioperca* (LINNE) — обыкновенный судак // Рыбы Казахстана. Т. 4. Алма-Ата: Наука, 1989. С. 203—265.
- Кесслер К.Ф.** Путешествие А.П. Федченко в Туркестан // Рыбы / Известия общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. СПб., 1874. Т. 2, вып. 3. С. 1—63.
- Курдин Р.Д., Шильниковская Л.С.** Гидрохимический режим Алакольских озёр // Алакольская впадина и её озёра. Алма-Ата, 1965. С. 209—222.
- Некрасевич Н.Г.** К систематике и экологии сазана Алакульских озёр // Тр. ин-та ихтиологии и рыбного хозяйства. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963. Т. 4. С. 98—123.
- Некрасевич Н.Г.** Биологическое обоснование и первые итоги интродукции судака в Алакольские озёра // Алакольская впадина и её озёра (Вопросы географии Казахстана). Алма-Ата: Наука, 1965. Вып. 12. С. 269—279.
- Никольский А.М.** Об ихтиологической фауне Балхашского бассейна. Протокол заседания Зоологического отделения 24 января 1885 г. // Тр. СПб. общ-ва естествоиспытателей. СПб., 1885. Т. XVI, вып. 1. С. 18—21.
- Скакун В.А., Горюнова А.И.** О происхождении серебряного карася в водоёмах Южного Казахстана // Сибирская зоологическая конференция: тез. докл. Новосибирск, 2004. С. 189.
- Соколовский В.Р., Тимирханов С.Р.** Рыбы Алаколь-Сасыккольской системы озёр // Тр. Алакольского гос. природного заповедника. Алматы: Мектеп, 2004. Т. 1. С. 175—191
- Стрельников А.С.** Рыбы и биологические основы рыбного хозяйства Алакольских озёр: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1974.
- Терлецкий Б.К.** Балхаш-Алакольская впадина // Тр. Главного геологического управления ВСНХ СССР. М.; Л., 1931. Вып. 105. С. 1—88.
- Филоненко П.П.** Очерки по географии внутренних вод Центрального, Южного и Восточного Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1981.

УДК 597.556.331.5

## РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ РЫБ РОДА *CRENILABRUS* (LABRIDAE, PERCIFORMES) ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

К.Н. Дач

Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия  
e-mail: dach.kristina@yandex.ru

Губановые рыбы (семейство Labridae) — характерные обитатели прибрежной зоны юго-восточного Крыма и важный компонент ихтиоцены каменистой сублиторали данного района.

Данные по биологии представителей данного семейства в районе юго-восточного побережья Крыма представлены в работах К.А. Виноградова (1931) и А.Н. Смирнова (1959) для акватории Карадага. Однако в этих работах отсутствуют данные о возрастных характеристиках и темпе роста представителей данного семейства.

В данной работе приводятся результаты предварительных исследований размерно-возрастного состава 3 массовых видов рода *Crenilabrus* — *C. tinca*, *C. roissali* и *C. ocellatus*.

## Материал и методы

Материал для данной работы был собран в районе юго-восточного побережья Крыма на участке от м. Ильи (г. Феодосия) до Карадага (пгт. Курортное) в 2014—2016 гг. Лов рыбы осуществляли при помощи донных ловушек и крючковой снасти на глубинах 0,1—4 м.

При измерении рыб учитывали абсолютную длину тела (TL), выраженную в сантиметрах. Вес рыб определяли с точностью до 0,1 г.

Возраст рыб определяли по отолитам (Чугунова, 1957; Правдин, 1966; Зиновьев, Мандрица, 2003). Отолиты изымали согласно принятым методикам: у мелких особей (10—12 см) отолиты изымали путём разрезания головы по средней линии, а у крупных — вдоль

затылочной части (Чугунова, 1957). Перед определением возраста, отолиты осветляли в глицерине (Зиновьев, Мандрица, 2003). Подсчёт годовых колец производили под микроскопом МБС-9.

Прирост длины (L) рыб вычислялся по формуле (1):

$$L = L_i - L_0, \quad (1)$$

где L — прирост длины, см;  $L_0$  — начальная длина рыбы, см;  $L_i$  — конечная длина рыбы, см.

### Результаты и обсуждение

Рулена — *Crenilabrus tinca*. Наименьшая длина экземпляра составляла 11,2 см., самая крупная особь — 29,0 см. Средний размер рыб в выборке составляет 19,8 см. По весу наибольший экземпляр составлял 178,0 г, наименьший — 15,0 г, средний вес по выборке — 67,1 г.

Согласно полученным данным было выделено 8 возрастных групп, каждая из которых имеет своё процентное соотношение в целой выборке (рис. 1).

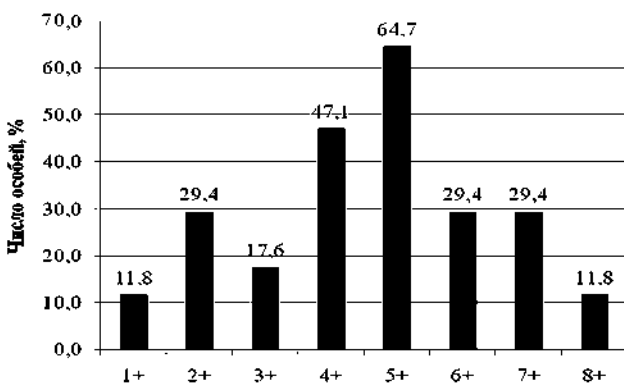


Рис. 1. Возрастной состав вида *Crenilabrus tinca* юго-восточного побережья Крыма

По значениям гистограмм видно, что количество рыб соизмеримо увеличивается с возрастом. Наибольшее число особей наблюдается у 5-летних экземпляров (64,7 %), у рыб возраста 6-ти и 7-ми лет наблюдается закономерное снижение численности. Низкий процент 3-летних особей рулены (17,6 %) возможно связан с низкой выживаемостью молоди на первом году жизни.

Как показано на рис. 2, рост рулены протекает на протяжении всей жизни. На первом году прирост особей в среднем составил 12,0 см. Далее до возраста 4-х лет прирост в

среднем увеличивается на 1,5-2 раза, к 5-ти годам вновь происходит резкий прирост до 5,0 см в среднем.

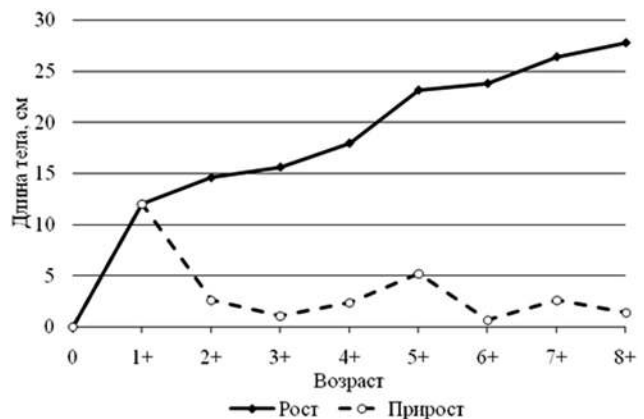


Рис. 2. Темп роста *Crenilabrus tinca* юго-восточного побережья Крыма

Перепёлка — *Crenilabrus roissali*. В выборке самый крупный экземпляр достигал 15,0 см, мелкий — 9,7 см. Среднее значение длины составило 11,9 см. По весу наибольший экземпляр составлял 57,0 г, меньший — 12,0 г, средний вес по выборке — 31,2 г.

Было выделено 4 возрастных группы популяции перепёлки (рис. 3). Так, из всего количества пойманных особей вида *Crenilabrus roissali* молодые рыбы 1-го года жизни составили в процентном количестве 11,8 %, наибольшее значение имеет возрастная группа 2-леток — 64,7 %, значительно меньше 3-летки — 17,6 %, 4-летки — почти 6 %.

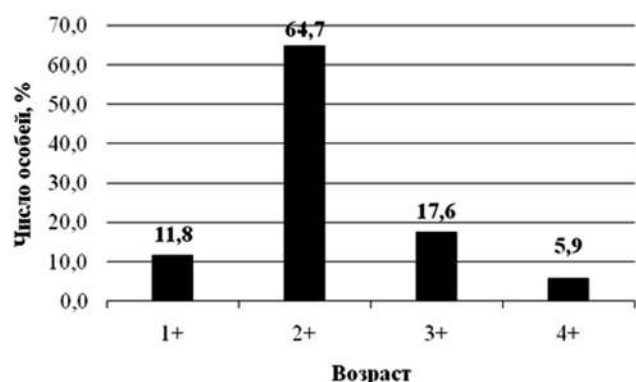


Рис. 3. Возрастной состав вида *Crenilabrus roissali* юго-восточного побережья Крыма

Что же касается темпа роста *Crenilabrus roissali* (рис. 4), в первый год жизни молодь вырастает в среднем на 10 см, далее в последующие годы прирост в среднем составляет 1,5—2,0 см за год.



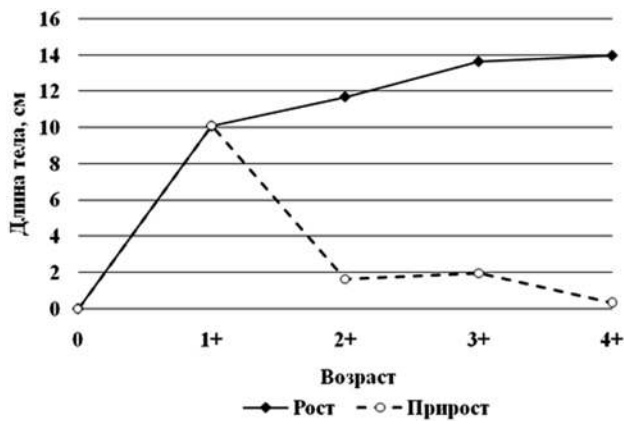


Рис. 4. Темп роста особей *Crenilabrus roissali* юго-восточного побережья Крыма

Глазчатый губан — *Crenilabrus ocellatus*. Результаты собранных материалов глазчатому губану, показали, что в выборке самый крупный экземпляр достигает длины 11,7 см, а мелкий — 8,4 см. Среднее значение длины особей выборки составил 10,2 см. По весу наибольший экземпляр составлял 24,1 г, меньший — 5,0 г, средний вес по выборке — 12,7 г.

Было выделено 3 возрастные группы глазчатого губана (рис. 5), из которых половину — 50 %, по количеству особи 2-го года жизни, меньшее процентное число имеет группа годовиков — 40 %. Всего 10 % набрали экземпляры 3-летнего возраста.

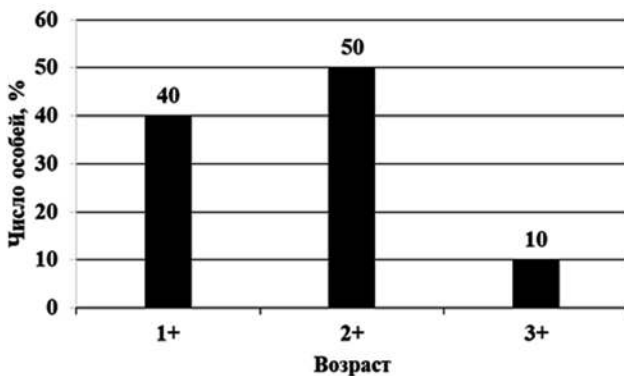


Рис. 5. Возрастной состав особей вида *Crenilabrus ocellatus* юго-восточного побережья Крыма

Наши данные подтверждают литературные сводки, что вид *Crenilabrus ocellatus*, является мелким видом среди других черноморских представителей губановых рыб и доживает всего до возраста 3-х лет (Калинина, 1963).

Темп роста глазчатого губана на первом году жизни имеет хорошую тенденцию развития, прирост составляет в среднем до 9,8 см (рис. 6). Далее в последующих годах прирост в среднем составляет 1,0 см.

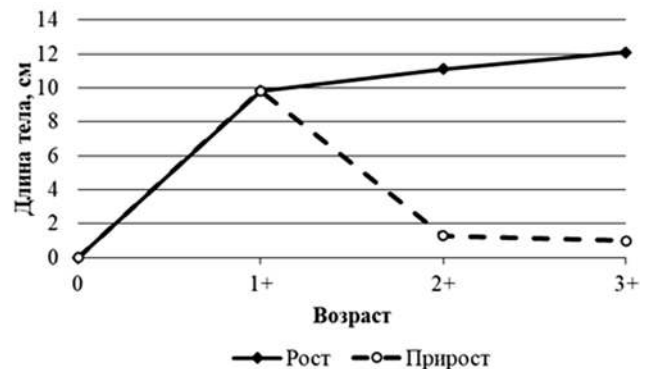


Рис. 6. Темп роста популяции вида *Crenilabrus ocellatus* юго-восточного побережья Крыма

Таким образом, в результате исследования размерно-возрастного состава представителей рода *Crenilabrus* юго-восточного побережья Крыма было определено, что крупным видом (до 30,0 см и 178,0 г) является *Crenilabrus tinca*, соответственно, продолжительность жизни рыб составляет 7—8 лет. Особи *Crenilabrus roissali* почти в 2 раза по размеру меньше особей рулены, что касается и продолжительности жизни, составляющей примерно 4 года. Так, рыбы вида *Crenilabrus ocellatus* имеют мелкие размеры тела по сравнению с остальными видами рода *Crenilabrus*, по результатам особи редко доживают до 3-летнего возраста.

#### ВЫВОДЫ

1. В акватории юго-восточного побережья Крыма (Чёрное море) крупным представителем рода *Crenilabrus* (Labridae, Perciformes) является вид *Crenilabrus tinca*, средним — *Crenilabrus roissali*, мелким — *Crenilabrus ocellatus*.
2. Продолжительность жизни *Crenilabrus tinca* составляет до 7—8 лет, *Crenilabrus roissali* — 4—5 лет, *Crenilabrus ocellatus* — до 3 лет.
3. Для всех видов рода характерен прирост в первом году жизни в среднем до 10,5 см, далее в следующие годы прирост составляет в среднем 1,0—2,5 см за год.

#### Литература

Виноградов К.А. Материалы по ихтиофауне района Карадагской биологической стан-

рии (Чёрное море) // Труды Карадагской биологической станции. 1931. Вып. 4. С. 137—144.

**Зиновьев Е.А., Мандрица С.А.** Методы исследования пресноводных рыб: учеб. пособие по спецкурсу. Пермь: Изд-во Пермского университета, 2003.

**Калинина Э.М.** Рост и питание черноморских зеленушек родов *Crenilabrus* и *Symphodus* // Труды Севастопольской биологической станции. 1963. Т. 16. С. 323—336.

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб; изд. 4-е. М.: Пищ. пром-сть, 1966.

**Смирнов А.Н.** Материалы по биологии рыб Чёрного моря в районе Карадага // Труды Карадагской биологической станции. 1959. Т. 15. С. 31—109.

**Чугунова Н.И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959.

УДК 574.55

## О ФОРМИРОВАНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РЫБ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

М.С. Дементьев

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, г. Ставрополь, Россия  
e-mail: dement@mail.ru

### Введение

К настоящему времени ранее засушливая и маловодная центральная часть Северного Кавказа покрылась огромной сетью ирригационных водоёмов. Это привело к гидрологическому объединению практически всех речных бассейнов юга России и способствовало трансрегиональному взаимобмену водной фауны, в том числе рыб. Так, с севера возможно проникновение рыб из Дона (через водохранилища Западного Маныча) и даже Волги (через Волго-Донской канал и ирригационную систему стекающую маньчские водоёмы). С востока значительная часть стока верховья Терека также была перенаправлена в степную часть региона. Протекающая в междуречье р. Кума в отдельные годы достигает Каспийского моря. Наконец, кубанские виды рыб теперь могут проникать в степную часть региона в направлении Кумо-Маньчской впадины через Невинномысский и Правоегорлыкские каналы (см. рисунок).

На фоне этих изменений в последние годы появились сведения о существенном увеличении видового разнообразия рыб изучаемого региона (Дементьев, 1997; Дементьев, Штефко, 2011 а, б; Хатухов, 1997; Хатухов, Якимов, 2008). В этой связи актуальной является инвентаризация видового разнообразия рыб центральной части Северного Кавказа на основе определения причин появления новых

видов, а также обсуждение возникшей проблемы, подведение итогов. Была поставлена цель — определить особенности формирования нового видового разнообразия рыб в центральной части Северного Кавказа.

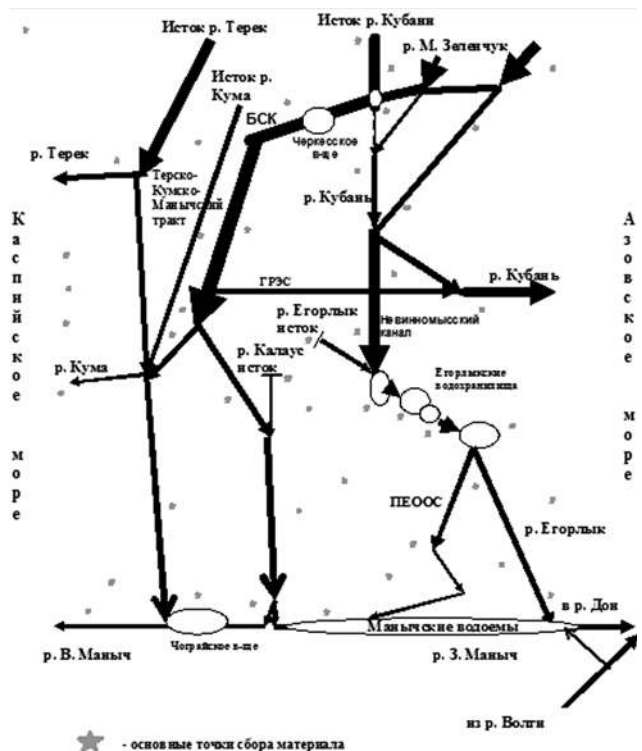


Схема водного тракта р. Кубань и Терек — р. Западный и Восточный Маныч

### Материал и методы исследования

Исследования первоначально проводи-

лись с 1985 по 2016 гг. в рамках выполнения научно-исследовательских работ КрасНИ-ИРХ, Кавказского отдела ВНИИР и НПК «Плюс» путём рыбоводно-ихтиологической паспортизации водоёмов Ставропольского края, Карачаево-Черкесии, Кабардино-Балкарии, Северной Осетии, Чечни и Ингушетии. Результаты зафиксированы в соответствующих научно-исследовательских отчётах (более 15), где автор являлся руководителем. В дальнейшем подобные работы были продолжены в ходе учебного процесса (дипломные и курсовые работы) и научно-исследовательской деятельности в ставропольских вузах (СГУ, СевКавГТУ, а затем СКФУ). Вылов рыб и анализ уловов осуществлялся обычными ихтиологическими методами (Берг, 1949; Правдин, 1979).

### Результаты и обсуждение

В целом до начала масштабных ирригационных работ в Северо-Кавказском регионе, по Л.С. Бергу (1949), здесь присутствовало около 90 видов и бассейновых подвидов рыб, встречаемых в пресной воде. Более всего рыб отмечалось в низовьях Волги и Дона — по 73 вида. В низовьях Дона биоразнообразие рыб было представлено 67, а в Тереке 63 видами и подвидами.

Конкретно на территории именно Центрального Предкавказья и прилегающих горных территориях до середины XX века присутствовало не более 40—50 видов рыб, но только предположительно, например, в соответствии с указаниями Л.С. Берга (1949). Специальных ихтиологических исследований Центрального Предкавказья в те годы не проводилось.

К настоящему времени видовое разнообразие рыб изучаемого региона существенно изменилось по двум основным причинам — акклиматизация (самостоятельная, случайная и целенаправленная) принципиально новых для региона видов, а также появление формально новых видов рыб по результатам работы систематиков. Всего в изучаемом регионе в настоящее время могут встречаться около 110—130 видов рыб (Богутская, Насека, 2004; Дементьев, Штефко, 2011). Имеются сведения о подготовке вселения ещё не менее 10

новых видов (Дементьев, Емельянов, 2010), продолжаются работы по уточнению систематического положения рыб.

Об акклиматизации новых видов рыб на Северном Кавказе достаточно широко известно, и эти работы будут продолжаться впредь. В частности, огромные средства были вложены в акклиматизацию дальневосточных видов рыб, условно называемых растительноядными. Это белый и чёрный амур; белый и пёстрый толстолобик, нахождение которых в регионе поддерживается только искусственно из-за отсутствия эффективного естественного размножения этих рыб, хотя до сих пор их относят к массовым. С биологической точки зрения удачным оказалось вселение веслоноса. В регионе также спорадически встречаются такие новые виды, как буффало (3 вида), большеротый окунь, ряпушка, пелядь и некоторые другие.

К практически полностью искусственно воспроизводимым видам необходимо отнести также большинство осетровых рыб. В пресных водах выше речных плотин очень редко можно встретить лишь стерлядь, бестера и сибирского осётра. Последние два вида за пределами рыбоводных хозяйств отмечаются как случайные беглецы. Другие осетровые рыбы в регионе больше не встречаются и не могут встречаться из-за зарегулирования и перераспределения стока кавказских рек.

Принципиально изменилось разнообразие лососёвых рыб. Их проходные виды в Центральном Предкавказье не могут больше появляться из-за речных плотин. Зато в предгорье и даже в водохранилищах начали встречаться новые виды форелей и лососей, ушедших из специализированных рыбоводных хозяйств (не менее 5 спорных видов-подвидов). Однако о полноценной их акклиматизации говорить пока рано.

В районах тепловодных рыбоводных хозяйств отмечаются тилапии (до 12 видов), канальные сомики (2—3 вида, из которых один вид успешно акклиматизировался в реках региона), голубовато-пятнистая акара, красная пиранья (возможно, и другие виды) и множество видов мелких аквариумных рыб. В некоторых водоёмах успешно воспроизводятся туводные формы рыба и шемаи (Сенгелеев-

ское и Краснодарское водохранилища), хотя их проходные формы из центральной части Северного Кавказа исчезли.

Ирригационное объединение водоёмов центральной части Северного Кавказа способствовало самостоятельному расселению ранее солоноватоводных видов (чаще через Дон). Например, в пресные воды региона попали тюлька, перкарина и некоторые бычки (до 3—5 видов). До предгорья добрались чехонь и игла-рыба черноморская пухлощёкая. Вместе с растительными рыбами в регион проникли с Дальнего Востока амурский чебачок и китайская медака, из Волги — берш.

Существенно шире расселились щука и горчак, ранее встречавшиеся только по окраинам изучаемого региона. Обычной в уловах становится промысловая алая золотая рыбка (крупнее обычных карасей). Ожидается проникновение из центральной России дальневосточного ротана.

От общественности и государства скрыта активная «акклиматизационная» деятельность современных материально обеспеченных организаций и физических лиц. В обход законодательства и без рыболовно-биологического обоснования (РБО) ими завезены в подсобные рыбоводные хозяйства окунь-ауха, американский угорь, различные полосатые окуни (бассы), катля, речной барабанщик и других экзотических для региона видов.

Проблемой является изменение разнообразия рыб не на экологическом, а на классификационном уровне. В частности, в результате работ систематиков «новые» виды рыб в регионе появляются лишь формально. При этом эти «новые» виды остаются в пределах своих прежних биотопов и их экологические функции остаются прежними. То есть с экологической точки зрения ничего не меняется, биоразнообразие как экологическое явление тоже. При этом некоторые систематически «новые» виды рыб действительно проникли в регион. Очевидно, что регулярные видовые уточнения будут продолжаться и далее, а потому эта проблема должна рассматриваться отдельно.

Оснований для подобного утверждения на примере Центрального Предкавказья достаточно. В частности, со времён Л.С. Бер-

га (1949) часть видов рыб была разделена на подвиды. В других случаях прежние подвиды были признаны, наоборот, видами (Богутская, Насека, 2004). Например, ранее всего три региональных вида шиповок сегодня разделены на два рода (суммарно с 7 видами). Современные систематические изменения коснулись многих других групп рыб. Это тюльки, усачи, караси, пескари (появился даже новый род), верховки, подусты, рыбцы, голяны, голяцы, игла-рыбы, пуголовки, бычки, форели и лососи. Без сомнения, список будет продолжен.

Между тем известно, что биологический вид — это совокупность особей, обладающих способностью к скрещиванию с образованием плодovитого потомства, населяющих определённый ареал, имеющих ряд общих морфологических и физиологических признаков и сходство во взаимоотношениях с биотической и абиотической средой. Однако главным сегодня признаётся генетический критерий вида — характерный для каждого биологического вида набор хромосом, строго определённое их число, размеры и формы, состав ДНК. Однако образование межвидовых и даже межродовых гибридов (помесей, по Л.С. Бергу) уже оценённых с генетических позиций видов рыб признаётся большинством исследователей, подтверждается в природе и эксперименте. Вероятно, поэтому проблема вида, по нашему мнению, ещё объективно не решена (Цвирко, Дементьев, Харченко, 2002).

### Заключение

Можно констатировать, что ирригационное строительство, акклиматизация, а также работы систематиков существенно увеличили видовое разнообразие рыб центральной части Северного Кавказа. К настоящему времени численность видов рыб изучаемого региона с подвидами с формальных позиций увеличилась в 2—3 раза (с 40—50 до 100—130 видов). В экологическом понимании эти изменения менее существенны — появилось всего около 20 реально новых для Северного Кавказа видов. Ещё около 20 видов (подвидов) проникли в пределы изучаемого региона (целенаправленно и самостоятельно) с сопредельных территорий. Осложняет более точную инвентаризацию массовая переоценка

систематического статуса отдельных видов рыб, как интродуцентов, так и местных рыб. Таким образом, остаётся нерешённой проблема выбора реальной системы (формальной или экологической) оценки видового разнообразия рыб, например, в изучаемом регионе. Важно, что подобная проблема характерна и для других животных и растений, и её решение необходимо.

### Литература

- Берг А.С.** Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Наука, 1949.
- Богуцкая Н.Г., Насека А.М.** Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2004.
- Дементьев М.С.** Ихтиофауна Ставропольского края // Фауна Ставрополя. 1997. Вып. VII. С. 69—75.
- Дементьев М.С., Емельянов С.А.** Новые для Северного Кавказа рыбы, перспективные для потребления населением // Вузовская наука — Северо-Кавказскому региону: материалы XIV Регион. науч.-техн. конф. (17 декабря 2010 г.). Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. С. 213.
- Дементьев М.С., Штефко Ю.Ю.** Сводка водной и околородной фауны Центрального Предкавказья // Фауна Ставрополя. 2011а. Вып. 15. С. 5.
- Дементьев М.С., Штефко Ю.Ю.** Фауна бесчелюстных и рыб Центрального Предкавказья (повидовая сводка 2011 г.) // Фауна Ставрополя. 2011б. Вып. 15. С. 6—17.
- Дементьев М.С.** Эколого-гидрологические особенности формирования биоразнообразия рыб водоемов центральной части Северного Кавказа // Известия ДГПУ. 2016. Т. 10, № 3. С. 59—63.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). Л.: ЛГУ, 1979.
- Хатухов А.М.** К изучению ихтиофауны бассейна Терека // Вестник КБГУ. Биологические науки. Нальчик: КБГУ, 1997. Вып. 2. С. 17—20.
- Хатухов А.М., Якимов А.В.** Рыбные ресурсы Кабардино-Балкарской Республики // Вестник КБГУ. Биологические науки. Нальчик: КБГУ, 2008. Вып. 9. С. 18—20.
- Цвирко Н.И., Дементьев М.С., Харченко Л.Н.** Формирование биоразнообразия как элемент нового экологического мышления // Труды Международного форума по проблемам науки, техники и образования (6—9 декабря 2002 г.). М.: Академия наук о Земле, 2002. С. 62—63.

УДК 582.261/279

### ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ИЗМЕНЕНИЕ БИОМАССЫ *PHYLLORHORA NERVOSA* В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

А.Е. Донченко

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», г. Керчь, Россия

e-mail: donchenko19alina@mail.ru

У берегов Крыма, встречаются 4 вида водоросли рода Филлофора (*Phyllophora*), наиболее часто — филлофора Броди — *Phyllophora brodiaei* (TURN.) AG. и филлофора курчавая — *Phyllophora crispa* (DIXON, 1964) = *Phyllophora nervosa* (DC.) GREV. — филлофора ребристая.

Филлофора обитает на скалах, ракушеч-

но-галечном грунте, на глубине от 0 до 60 м, как правило, глубже пояса зарослей цистозир. На значительных глубинах (40—60 м) образует массовые неприкрепленные скопления. В северо-западном районе Чёрного моря, неподалёку от Одессы, ранее находились её огромные заросли, известные под названием «филлофорное поле Зернова» (Каминер,

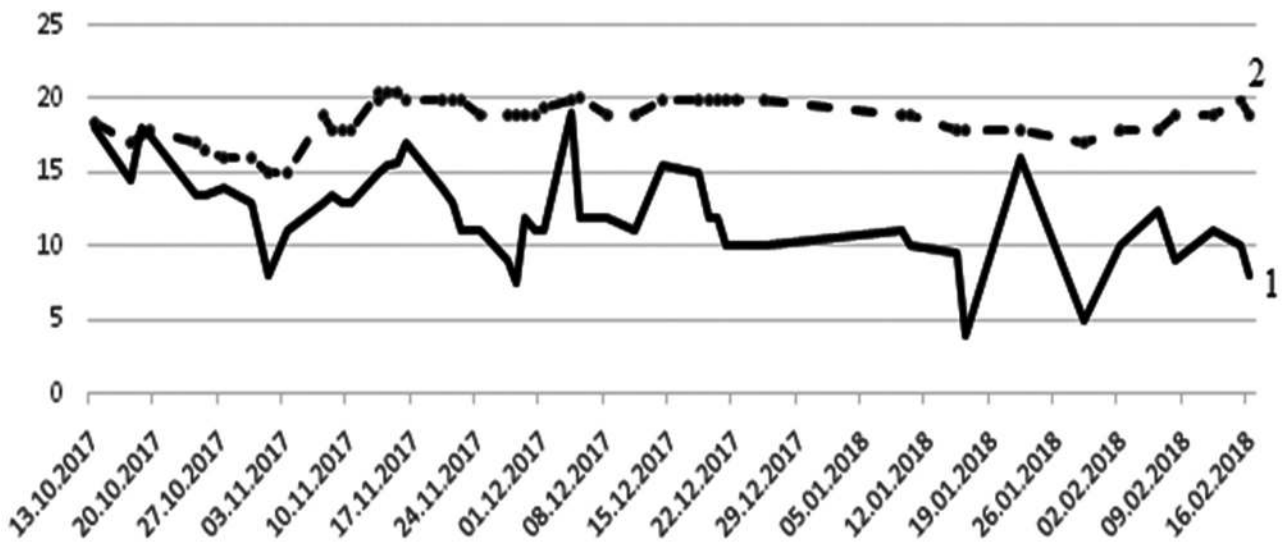


Рис. 1. Изменение температуры воды в аквариумах с филофорой в период с 13.10.2017 г. по 16.02.2018 г.:

1 — первый вариант эксперимента; 2 — второй вариант

1974), значительно меньшее её количество отмечалось в Каркинитском заливе (так называемое «малое поле»).

В СССР филофора широко добывалась и использовалась для производства агароидных веществ — ценных полисахаридов, обладающих уникальными студнеобразующими, стабилизирующими, загущающими свойствами. Её запасы на знаменитом «филофорном поле Зернова» позволяли вырабатывать на Одесском агаровом заводе до 1 000 т агароида в год. Агароиды широко используется в пищевой и кондитерской промышленности, в частности для приготовления мармелада, а также в медицине, косметологии. Филофора курчавая, в частности, содержит весь набор незаменимых аминокислот и богата микроэлементами, содержит органически связанные железо, марганец, медь, йод.

Однако в 1980—1990-е гг. резкое ухудшение экологической ситуации в Чёрном море привело к почти полной гибели филофоры на северо-западном шельфе. В последующие годы исследователями ряда институтов проводились работы по восстановлению численности филофоры в Чёрном море, в том числе и методами марикультуры (Инструкция ... , 1961; Каминер, 1974; Ткаченко, Третьяк, 2015 и др.). Для изучения роста филофоры в искусственных условиях проводились исследования по её культивированию в лабораторных условиях (Каминер, 1977). По-

лученные результаты позволяют говорить о возможности восстановления популяций водоросли, а также считать её перспективным объектом марикультуры.

Для расширения работ по масштабному культивированию этих водорослей необходимы знания экологических и биологических особенностей роста разных видов и форм филофоры, как в естественных, так и в искусственных условиях в отдельные сезоны года.

В связи с этим, целью настоящего исследования являлось изучение особенности роста филофоры в искусственных условиях в осенне-зимний период. В ходе проведённых в лабораторных условиях экспериментов предпринята попытка оценить изменение биомассы культуры *Phyllophora nervosa* в зависимости от температуры и освещённости.

Материалом являлись талломы водоросли, собранные в прибрежной полосе у южной части Крымского полуострова, в районе м. Меганом и бухтах Нового Света.

Эксперименты проводили в лабораторных условиях с 13.10.2017 г. по 16.02.2018 г. Талломы филофоры помещали в стеклянные аквариумы, установленные у окон, выходящих на северо-запад, и наблюдали за изменением их биомассы при разных условиях освещённости и температуры. В первом варианте освещение было естественным и составляло в самые светлые часы суток в среднем около 3 тыс. люкс, температура изменялась от 3 до

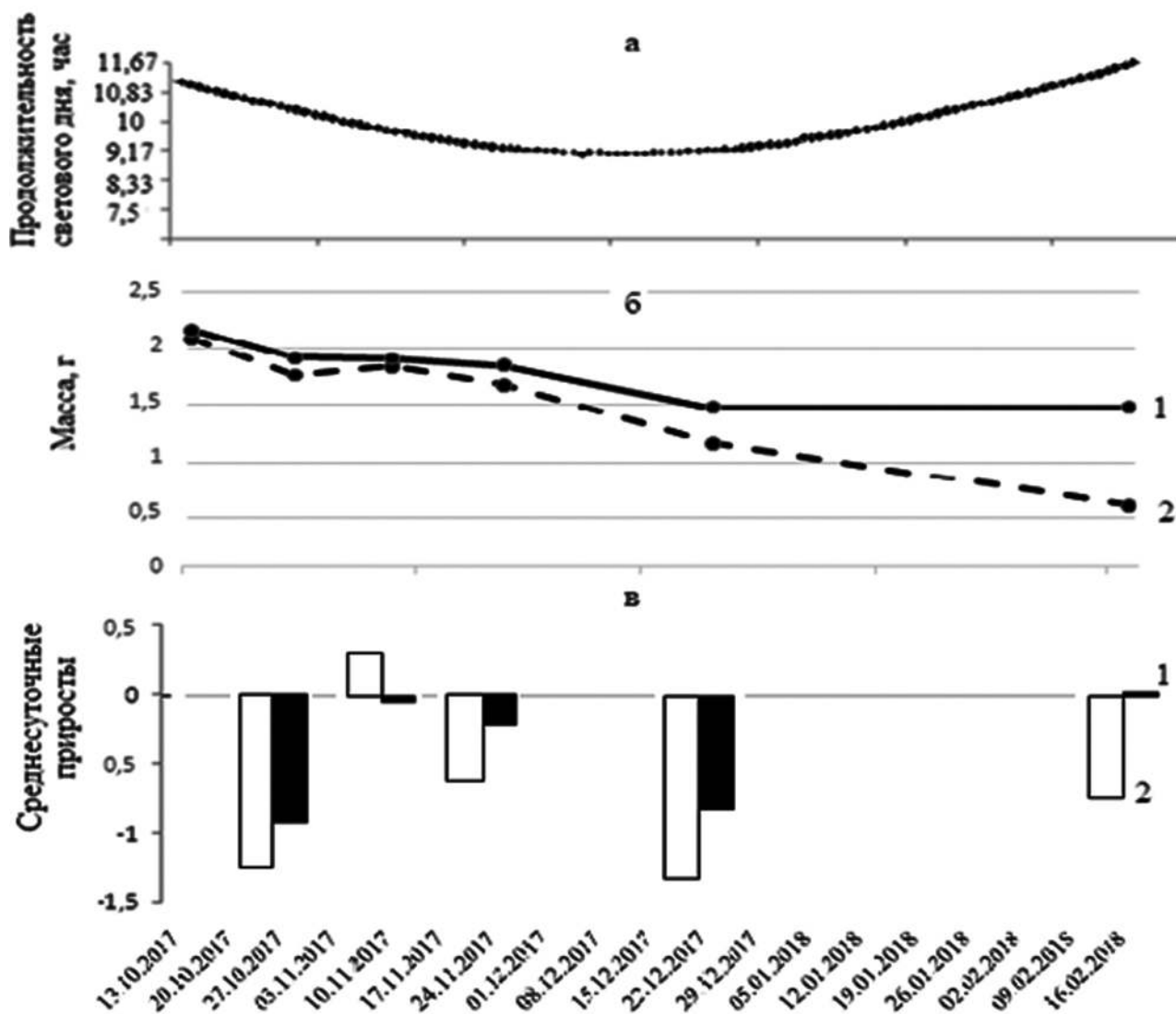


Рис. 2. Изменение биомассы и среднесуточных приростов талломов филофоры в зависимости от продолжительности светового дня:  
 1 — первый вариант; 2 — второй вариант эксперимента; а — продолжительность светового дня; б — изменение биомассы; в — среднесуточные приросты

18 °С, во втором — освещение было существенно ниже, не превышало 700—1 000 люкс, температура колебалась в пределах 15—22 °С (рис. 1). Солёность воды поддерживали на уровне 17—20 ‰, воду постоянно аэрировали и регулярно (1 раз в неделю) частично заменяли свежей. Филофору взвешивали на электрических весах фирмы Axis с точностью до 0,01 г. Освещённость определяли люксометром. Данные по долготе дня в г. Керчи в исследуемый период были получены с сайта <http://ru.365.wiki/world/russia/kerch/sun/calendar>.

Среднесуточные приросты определяли по Г.Г. Винбергу (1956). Статистическую обработку материала проводили с использова-

нием компьютерных программ.

Из литературных данных известно (Каминер, 1977), что в естественных условиях рост филофоры ребристой существенно зависит от ряда экологических факторов, а также от времени года. В осенне-зимний период рост молодых частей водоросли продолжается, но общая масса таллома снижается за счёт отмирания старой его части.

Заметное изменение массы таллома наблюдалось и в нашем эксперименте. Как свидетельствуют полученные данные, биомасса водорослей постепенно снижалась по мере уменьшения продолжительности светового дня (долготы дня), с середины октября по декабрь (рис. 2). Во втором варианте экспе-

римента снижение массы водоросли в этот период происходило более интенсивно, что вероятно связано с более низкой освещённостью в аквариумах, установленных в лаборатории.

Следует отметить, что снижение массы филофоры в течение первых двух недель эксперимента, вероятно, произошло в результате элиминации пожелтевших частей таллома, наблюдавшихся ещё во время сбора водорослей.

Как видно из рис. 2, с увеличением длины дня в январе—феврале снижение массы филофоры в первом варианте эксперимента прекратилось, и отмечались положительные среднесуточные приросты.

Во втором варианте, в этот же период, несмотря на продолжающееся разрушение таллома водоросли (о чем свидетельствует снижение её массы), также отмечалось некоторое увеличение среднесуточных приростов.

Обращает на себя внимание, что пере-

менный температурный режим и снижение температуры в отдельные дни до 3—5 °С в первом варианте не оказали негативного влияния на рост филофоры. В конце эксперимента она имела большую массу, чем культура во втором варианте, находившаяся в более комфортных условиях по температуре. Кроме того, к середине февраля прекратилось и отмирание таллома.

Таким образом, основным экологическим фактором, лимитирующим рост филофоры ребристой в осенне-зимний период является освещённость. Отрицательные среднесуточные приросты таллома водоросли, за счёт отмирания его части, в нашем эксперименте отмечались при длине дня менее 10 ч и достигали своего максимума в период зимнего солнцестояния.

С увеличением длины дня замедлялась элиминация таллома водоросли и увеличивалась его биомасса.

### Литература

**Винберг Г.Г.** Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Изд-во БГУ, 1956.

Инструкция по биотехнологии культивирования филофоры ребристой в заливах северо-западной части Чёрного моря (временная) / Одес. отд. ЮгНИРО. Одесса, 1991.

**Каминер К.М.** Видовой состав, распределение и запасы филофоры в северо-западной части Чёрного моря // Труды ВНИРО. 1974. Т. 49. С. 46—51.

**Каминер К.М.** Особенности биологии и биохимии черноморской *Phyllophora nervosa* (DC) GREV. // Труды ВНИРО. 1977. Т. 74. С. 154—163.

**Ткаченко Ф.П., Третьяк И.П.** Макрофитобентос ботанического заказника общегосударственного значения «Филофорное поле Зернова» (Украина) // Algologia. 2015. Vol. 25 (3). S. 238—246.

УДК 574.622

## ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗООПЛАНКТОНА ШУЛЬБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2013—2017 ГОДЫ

А.А. Евсеева

Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: annaeco@mail.ru

Шульбинское водохранилище образовано в 1989 г., является третьим, последним в Верхне-Иртышском каскаде водохранилищ. Протяжённость водохранилища, при горизонте отметки уровня 240 мБС, составляет 72 км, площадь 255 км<sup>2</sup>, объём — 2,39 км<sup>3</sup>,

средняя глубина 9 м, максимальная по ложу Иртыша около 30 м. Ложе водохранилища занимает обширную долину Иртыша, средней шириной 3,5 км.

По морфологическим и гидрологическим особенностям, которые определяют



характер развития биопродуктивности водоёма, условно его делят на три части: верхнюю, среднюю, нижнюю. Верхняя часть мелководна, и по своим параметрам самая нестабильная, в мае её площадь ежегодно сокращается до бытовых весенне-паводковых условий Иртыша. Практически полностью на месяц эта часть водоёма выходит из состава водоёма и делится на два района: зону выклинивания и граничащую с ней зону полуозёрного типа. Средняя часть водохранилища — самая обширная, протяжённостью 25 км, площадью около 150 км<sup>2</sup>, отличается умеренными глубинами (10—20 м) и довольно хорошо развитой литоральной зоной. Нижняя часть расположена в сужении предгорной долины, её протяжённость составляет около 25 км. Эта часть тоже делится на зоны — приплотинную и собственно нижнюю. Глубины в приплотинной зоне составляют от 20 до 30 м, в нижней 10—15 м (Рекомендации ... , 2011, 2013).

Шульбинское водохранилище завершает каскад водоёмов, сооружённых в Верхнем Иртыше. Водоохранилище русловое, ведёт сезонное регулирование боковой приточности на участке между Бухтармиснкой и Шульбинской ГЭС. Шульбинское водохранилище имеет комплексное назначение, одно из которых — аккумулировать сток рр. Ульба и Уба с целью использования его на фоне попусков Бухтарминского водохранилища для весеннего обводнения поймы р. Иртыш.

Сообщество зоопланктона в структуре и функционировании водных экосистем, в том числе водохранилищ, занимает важное место. Общеизвестна роль зоопланктона в процессах самоочищения вод. Его используют в качестве индикатора при биологическом анализе качества воды. С точки зрения оценки биоресурсов водоёма зоопланктон — кормовая база. Зоопланктоном в водохранилище питается молодь рыб, а также такой ценный вид как рипус, рачковый планктон для которых является пищей в течение всей их жизни. Потребляют его и малоценные рыбы: мелкая плотва, окунь, елец, ёрш и другие. Поэтому очень важно иметь представление о запасах планктонного корма и о том, как его используют рыбы. Отсюда вытекает необходимость изучения таксономического состава зоо-

планктона, количественного развития групп и отдельных его видов, структуры, динамики и пространственного распределения.

За почти 30 лет существования Шульбинского водохранилища накоплен обширный материал по зоопланктону Шульбинского водохранилища, который можно рассматривать как одно из основных звеньев, используемых при описании и прогнозировании современного состояния водоёма. Ранее материалы по зоопланктону Шульбинского водохранилища опубликованы в ряде статей (Евсеева, 2010, 2011, 2015; Рекомендации ... , 2011, 2013). Однако большая часть результатов исследований находится в фондовых отчётах Алтайского филиала «Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства».

Цель данной работы — описать состав, структуру и количественные показатели зоопланктона Шульбинского водохранилища как объекта кормовой базы в период 2013—2017 гг.

#### Материал и методы

Исследования проводили на 10 станциях, отобрано 122 количественные пробы зоопланктона. Отбор и обработку проб проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Руководство ... , 1992; Методические рекомендации ... , 1984). Зоопланктон отбирали сетью Джеди вертикальным протягиванием от дна до поверхности. Пробы обрабатывали в камере Богорова, при определении различных групп организмов использовали соответствующие определители. Для расчёта биомассы применяли уравнения, приведённые в работе (Балушкина, Винберг, 1979). Гидробиологические пробы отбирали на каждой станции из 2 биотопов: прибрежного (литораль) и удалённого от берегов (пелагиаль). Продуктивность водоёма определяли по «шкале трофности», разработанной С.П. Китаевым (1986). Кормность участков водоёма определяли согласно рыбохозяйственной классификации М.А. Пидгайко (1984).

#### Результаты и обсуждение

Таксономический состав. Таксономический состав зоопланктона Шульбинского водохранилища несколько беден. В составе зоопланктона в 2013—2017 гг. было обнару-

жено 33 таксона беспозвоночных, в том числе Rotifera — 16, Copepoda — 6, Cladocera — 12. Представленный список далеко не полный, так как исследования проводились на различных станциях и в разное время, причём большинство коловраток не было определено до вида.

Наибольшая частота встречаемости

отмечена для рачков *Mesocyclops leuckarti*, *Daphnia cucullata* и коловраток *Polyarthra dolichoptera*, *Asplanchna priodonta*. Межгодовая динамика таксономического состава зоопланктона представлена в табл. 1.

Количественные показатели. За последние пять лет средние значения численности зоопланктона варьировали в пределах

Таблица 1

Таксономический состав и частота встречаемости зоопланктона Шульбинского водохранилища в 2013—2017 гг., %

Таксоны	Частота встречаемости				
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Rotifera					
<i>Eothinia</i> sp.	—	—	14	4	13
<i>Trichocerca</i> sp.	3	—	—	—	—
<i>Trichotria</i> sp.	—	—	—	—	7
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (IDELSON)	65	67	78	48	100
<i>Asplanchna priodonta</i> (GOSSE)	77	25	64	59	73
<i>Lecane luna</i> (MÜLLER)	8	—	—	—	—
<i>Brachionus</i> sp.	—	—	—	22	7
<i>Brachionus angularis</i> GOSSE	8	8	7	—	13
<i>Brachionus calyciflorus</i> GOSSE	—	—	—	4	—
<i>Keratella cochlearis</i> (GOSSE)	19	—	21	52	27
<i>Keratella cochlearis tecta</i> (GOSSE)	15	—	—	4	13
<i>Keratella quadrata</i> (MÜLLER)	31	—	43	63	20
<i>Kellicottia longispina</i> (KELLCOTT)	35	17	36	48	73
<i>Notholca</i> sp.	—	—	—	4	—
<i>Conochilus unicornis</i> (ROUSSELET)	8	8	36	22	—
<i>Filinia longiseta</i> (EHRENBERG)	8	17	21	11	7
Copepoda					
<i>Neurodiaptomus incongruens</i> (POPPE)	3	—	7	—	33
<i>Cyclops vicinus</i> (ULJANINE)	23	—	28	26	7
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (CLAUS)	100	92	93	89	100
<i>Thermocyclops crassus</i> (FISCHER)	—	—	—	—	13
<i>Harpacticoida</i> sp.	3	—	—	—	7
Cladocera					
<i>Alona rectangulara</i> (SARS)	12	—	—	11	7
<i>Alonella excise</i> (FISCHER)	—	—	—	4	—
<i>Chydorus sphaericus</i> (MÜLLER)	3	—	—	26	—
<i>Macrothrix laticornis</i> (JURINE)	—	—	—	4	—
<i>Bosminopsis deitersi</i> RICHARD	—	—	—	4	—
<i>Bosmina longirostris</i> (MÜLLER)	19	25	43	19	27
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (LEVIN)	19	33	28	44	60
<i>Sida crystallina</i> (MÜLLER)	3	—	—	4	—
<i>Daphnia longispina</i> (MÜLLER)	12	—	36	11	13
<i>Daphnia cucullata</i> (SARS)	42	83	86	52	73
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (MÜLLER)	3	—	—	19	13
<i>Leptodora kindti</i> (FOCKE)	15	17	21	26	13
Всего количество видов:	24	11	17	26	23

69,6—186,1 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы — 741—1 625 мг/м<sup>3</sup>, что соответствовало низкому-умеренному классу продуктивности (Китаев, 1986) (табл. 2). Наиболее низкий уровень развития зоопланктона был отмечен в 2014 г., наибольший — в 2016 г.

Более подробно охарактеризуем уровень развития зоопланктонных беспозвоночных отдельно за каждый год.

В 2013 г. исследования зоопланктона проводили в мае и августе. Было обнаружено около 24 таксонов беспозвоночных, в том числе Rotifera — 11, Copepoda — 4, Cladocera — 9. Наибольшая частота встречаемости отмечена для коловраток *A. priodonta* (77 %), *P. dolichoptera* (65 %), из веслоногих рачков *M. leuckarti* (100 %). Весной 2013 г. средние значения численности и биомассы зоопланктона составили 100,6 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 245 мг/м<sup>3</sup>, что соответствовало низкому классу продуктивности. Основную долю в количественные значения вносили коловратки. Численно преобладали мелкие коловратки *P. dolichoptera* и науплиальные стадии веслоногих рачков. В соответствии с рыбохозяйственной классификацией М.Л. Пидгайко (1984), в мае 2013 г. Шульбинское водохранилище относилось к малокормным водоёмам.

Средние значения численности и биомассы зоопланктона по водохранилищу в августе 2013 г. составили 175,3 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 1 087 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует умеренному классу развития зоопланктонных беспозвоночных и позволяет отнести водоём к  $\alpha$ -мезотрофному типу. Биомасса зоопланктона формировалась в основном за счёт мирных

форм — кладоцер (*D. cucullata* и *D. brachyurum*), численно преобладали науплиальные и копеподитные стадии веслоногих рачков *M. leuckarti*. В соответствии с рыбохозяйственной классификацией М.Л. Пидгайко (1984), по результатам гидробиологической съёмки августа 2013 г. в Шульбинском водохранилище к малокормным станциям относилось 3 (Клементьевка, Азовое, Ковалевка), к среднекормным — 3 (Шульбинский залив, Осиха, мыс Кызылсу), к станциям с выше средней кормностью — 1 (залив Кызылсу).

В августе 2014 г. в составе зоопланктона Шульбинского водохранилища было обнаружено 11 таксонов беспозвоночных, в том числе Rotifera — 6, Copepoda — 1, Cladocera — 4. Наибольшая частота встречаемости отмечена для рачков *M. leuckarti* (92 %) и *D. cucullata* (83 %). В августе 2014 г. зоопланктон был более развит на станции «мыс Кызылсу» — 64,4 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 1284 мг/м<sup>3</sup>. Средние значения численности и биомассы зоопланктона по водохранилищу в августе 2014 г. составили 90,3 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 741 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует низкому классу развития зоопланктонных беспозвоночных. Биомасса зоопланктона формировалась в основном за счёт веслоногих рачков *M. leuckarti*, численно преобладали науплиальные и копеподитные стадии веслоногих рачков. В соответствии с рыбохозяйственной классификацией М.Л. Пидгайко (1984), по результатам гидробиологической съёмки августа 2014 г. в Шульбинском водохранилище все исследуемые станции относились к малокормным, за исключением мыса Кызылсу (среднекормный тип).

Таблица 2

Численность (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона Шульбинского водохранилища в 2013—2017 гг.

Группы зоопланктёров	2013 г., август		2014 г., август		2015 г., август	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
Rotifera	53,0	61	32,1	196	12,3	14
Copepoda	98,3	412	43,4	318	33,9	250
Cladocera	24,0	614	14,9	227	47,5	1119
Всего:	175,3	1087	90,4	741	93,7	1383
	2016 г., август		2017 г., август		2015 г., август	
Rotifera	11,8	16	54,4	59	32,7	69
Copepoda	42,5	525	110,8	1050	65,8	511
Cladocera	15,3	368	20,9	517	24,5	569
Всего:	69,6	909	186,1	1625	123,0	1149

В августе 2015 г. в составе зоопланктона Шульбинского водохранилища было обнаружено 17 таксонов беспозвоночных, в том числе Rotifera — 9, Copepoda — 3, Cladocera — 5. Наибольшая частота встречаемости отмечена для рачков *M. leuckarti* (93 %), *D. cucullata* (86 %) и коловраток *P. dolichoptera* (78 %). В августе 2015 г. верхняя часть Шульбинского водохранилища по уровню развития зоопланктона характеризовалась как низкопродуктивный район. В пробах в массе присутствовал мелкий ветвистоусый рачок *B. longirostris*. В средней части в зоопланктонном комплексе господствовали крупные ветвистоусые рачки *D. cucullata*. На станции «Мыс Кызылсу» зарегистрированы максимальные значения численности и биомассы зоопланктона для всего водохранилища. Данный участок Шульбинского водохранилища характеризуется средним классом продуктивности. Нижняя часть водохранилища по шкале трофности (Китаев, 1986) соответствовала  $\beta$ -олиготрофному водоёму с низким классом продуктивности. Здесь в пробах зоопланктона численно преобладали рачки *M. leuckarti* и *D. cucullata*.

Средние значения численности и биомассы зоопланктона по водохранилищу в августе 2015 г. составили 93,7 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 1 383 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует умеренному классу продуктивности. Основная доля в значениях количественных показателей зоопланктона принадлежала ветвистоусому рачку *D. cucullata*. В соответствии с рыбохозяйственной классификацией М.Л. Пидгайко (1984), по результатам гидробиологической съёмки августа 2015 г. в Шульбинском водохранилище к малокормным станциям относилось 4 (зал. Смородиновый, верхний бьеф, Азовое, Ковалевка), к средnekормным — 1 (Клементьевка), к станциям с выше средней кормностью — 2 (Беткудук, мыс Кызылсу).

В 2016 г. в составе зоопланктона Шульбинского водохранилища было обнаружено 26 таксонов беспозвоночных, в том числе Rotifera — 12, Copepoda — 2, Cladocera — 12. Наибольшая частота встречаемости отмечена для рачков *Mesocyclops leuckarti* (89 %) и коловраток *Keratella quadrata* (63 %).

Весной в мае 2016 г. зоопланктон был

развит слабо, численно преобладали коловратки *Keratella quadrata*. По акватории водохранилища значения численности изменялись в пределах 3,2—103,2 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы 5—363 мг/м<sup>3</sup>. Средняя по озеру величина биомассы зоопланктона (135 мг/м<sup>3</sup>) соответствовала самому низкому классу продуктивности. В августе 2016 г. в составе зоопланктона в верхней части Шульбинского водохранилища доминировал веслоногий рачок *M. leuckarti*, по уровню развития зоопланктона — низкопродуктивный район. В средней части в зоопланктонном комплексе господствовали крупные ветвистоусые рачки *D. cucullata*. На станции «Мыс Кызылсу» зарегистрированы максимальные значения численности и биомассы зоопланктона для всего водохранилища. Данный участок Шульбинского водохранилища характеризуется умеренным классом продуктивности. Нижняя часть водохранилища по шкале трофности С.П. Китаева (1986) соответствовала  $\beta$ -олиготрофному водоёму с низким классом продуктивности. Здесь в пробах зоопланктона численно преобладали рачки *M. leuckarti* и *D. cucullata*.

Средние значения численности и биомассы зоопланктона по водохранилищу в августе 2016 г. составили 69,6 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 909 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует низкому классу продуктивности. В соответствии с рыбохозяйственной классификацией М.Л. Пидгайко (1984), по результатам гидробиологической съёмки августа 2016 г. в Шульбинском водохранилище к малокормным станциям относилось 4 (Беткудук, Клементьевка, Азовое, Ковалевка), к средnekормным — 4 (Осиха, залив и мыс Кызылсу, зал. Смородиновый).

В августе 2017 г. было обнаружено 23 таксона беспозвоночных, в том числе Rotifera — 11, Copepoda — 5, Cladocera — 7. Наибольшая частота встречаемости отмечена для рачков *M. leuckarti* (100 %), *D. cucullata* (73 %) и коловраток *P. dolichoptera* (100 %), *A. priodonta* (73 %). В верхней части Шульбинского водохранилища в пробах доминировали веслоногие рачки *M. leuckarti* и *Th. crassus*. В средней части в зоопланктонном комплексе господствовали крупные ветвистоусые рачки *D. cucullata*. Данный участок Шульбинского водохранилища характеризуется средним

классом продуктивности. Как и в 2016 г. на станции «Мыс Кызылсу» зарегистрированы максимальные значения биомассы зоопланктона для всего водохранилища — 3408 мг/м<sup>3</sup>. Основная доля биомассы (98 %) принадлежала рачкам *M. leuckarti* и *D. cucullata*. Нижняя приплатинная часть Шульбинского водохранилища по уровню развития зоопланктона характеризовалась как умеренно продуктивный район. В пробах численно доминировали веслоногий рачок *M. leuckarti* и ветвистоусый рачок *D. cucullata*. На станции Клементьевка в прибрежной части уровень трофности по шкале Китаева соответствовал среднему (2 313 мг/м<sup>3</sup>), основной вклад в значения биомассы вносили веслоногие рачки *M. leuckarti*.

Средние значения численности и биомассы зоопланктона по водохранилищу в августе 2017 г. составили 186,1 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 1 625 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует умеренному классу продуктивности. В соответствии с рыбохозяйственной классификацией М.Л. Пидгайко (1984), по результатам гидробиологической съёмки августа 2017 г. в Шульбинском водохранилище к малокормным станциям относилось 1 (Азовое), к средnekормным — 5 (Клементьевка, Ковалевка, Осиха, зал. Смородиновый, зал. Кызылсу), к станциям с выше средней кормностью — 1 (мыс Кызылсу).

#### Выводы

За последние 5 лет (2013—2017 гг.) в

Шульбинском водохранилище продуктивность зоопланктона варьировала в пределах низкого-умеренного классов продуктивности. Численно преобладали веслоногие рачки, по биомассе — ветвистоусые рачки. Преобладание в зоопланктоне копепод и кладоцер, с одной стороны, характеризует его как ценный корм для рыб. Но с другой стороны, преобладание копепод, многие виды которых являются хищниками, снижает его продуктивные возможности. Наличие хищников обычно удлиняет пищевые цепи и тем самым снижает продуцирование животной биомассы.

По сравнению с 2006—2010 гг. плотность и биомасса зоопланктона снизилась в 3—4 раза (Евсеева, 2010, Рекомендации ... , 2011). Возможной причиной может являться увеличившийся пресс рыб: выедаемость кормовых объектов новым инвазивным видом уклейей *Alburnus alburnus alburnus*, который появился и массово распространился по всей акватории Шульбинского водохранилища в последние годы (Кириченко, 2012, Кириченко, Ануарбеков, 2016). Данное предположение необходимо практически подтвердить специализированными исследованиями. Но факт снижения кормности и трофности Шульбинского водохранилища по уровню развития планктонных беспозвоночных в последние годы неоспорим.

#### Литература

- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г.** Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169—172.
- Евсеева А.А.** Зоопланктон и оценка экологического состояния Шульбинского водохранилища // Selevinia. Казахстанский зоологический ежегодник. Алматы, 2010. С. 112—116
- Евсеева А.А.** Оценка степени загрязнения водоемов Зайсан-Иртышского бассейна по показателям зоопланктона в 2010 году // Вестник Казахстанско-Американского Свободного Университета. Научный журнал. 6 выпуск: вопросы экологии, математики и информационных технологий. Усть-Каменогорск, 2011. С. 37—43.
- Евсеева А.А.** Планктонные ракообразные каскада Верхне-Иртышских водохранилищ (Казахстан) // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: XIII Международная науч. конф. (Россия, г. Санкт-Петербург, 21—22.08.2015 г.): ежемесячный научный журнал. 2015. № 7 (12). С. 28—31.
- Китаев С.П.** О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озёр разных природных зон // Тез. докл. V съезда ВГБО, ч. II. Куйбышев, 1986. С. 254—255.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция / Гос. НИИ озёр. и реч. рыб. хоз-ва, АН СССР, Зоол. ин-т; сост. А.А. Салазкин [и др.]. Л.: ГосНИОРХ, 1984.

**Пидгайко М.Л.** Зоопланктон водоёмов Европейской части СССР. М., 1984.

Рекомендации по охране, воспроизводству и устойчивому использованию биоресурсов водоёмов Зайсан-Иртышского бассейна / Е.В. Куликов [и др.]. Астана: «КазАгроИнновация», 2013.

Рекомендации по улучшению состояния рыбных ресурсов водоёмов Зайсан-Иртышского бассейна / Е.В. Куликов [и др.]. Астана, 2011.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1992.

**Кириченко О.И., Ануарбеков С.М.** Состояние биоразнообразия водоёмов Иртышского бассейна и влияние чужеродных видов на экосистему // Евразийский Союз Учёных (ЕСУ), 2016. № 4 (25). С. 112—116.

**Кириченко О.И.** Биологические и продукционные особенности популяции уклей (*Alburnus alburnus alburnus*) из водоёмов Иртышского бассейна // Вестник СГУ им. Шакарима. Семей, 2012. № 2 (57). С. 242—245.

УДК 639.2.03

## СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ РЫБ ШУЛЬБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВО

А.А. Евсеева, Б.С., Аубакиров, И.В. Притыкин

Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: annaeco@mail.ru

Шульбинское водохранилище образовано в 1989 году, является третьим, последним в Верхне-Иртышском каскаде водохранилищ. Протяженность водохранилища, при горизонте отметки уровня 240 мБС, составляет 72 км, площадь 255 км<sup>2</sup>, объем — 2,39 км<sup>3</sup>, средняя глубина 9 м, максимальная по ложу Иртыша около 30 м. Ложу водохранилища занимает обширную долину Иртыша, средней шириной 3,5 км, кроме этого, залиты поймы рек Кызыл-Су, Уба и других более мелких рек. Ложу водохранилища, по руслу Иртыша, гравийно-галечниковое, песчано-илистое в устьях рек, затоках, старицах, по левому берегу часто встречаются участки с затопленными лесами и кустарниками. Высшая водная растительность присутствует только в устьях и приустьевых пространствах рек.

По морфологическим и гидрологическим особенностям, которые определяют характер развития биопродуктивности водоёма, условно его делят на три части: верхнюю, среднюю, нижнюю. Верхняя часть мелководна, и по своим параметрам самая нестабильная, в мае её площадь ежегодно сокращается до бытовых весенне-паводковых условий Иртыша. Практически полностью на месяц эта

часть водоёма выходит из состава водоёма и делится на два района: зону выклинивания и граничащую с ней зону полуозёрного типа. Средняя часть водохранилища — самая обширная, протяжённостью 25 км, площадью около 150 км<sup>2</sup>, отличается умеренными глубинами (10—20 м) и довольно хорошо развитой литоральной зоной. Нижняя часть расположена в сужении предгорной долины, её протяжённость составляет около 25 км. Эта часть тоже делится на зоны — приплотинную и собственно нижнюю. Глубины в приплотинной зоне составляют от 20 до 30 м, в нижней 10—15 м.

Шульбинское водохранилище завершает каскад водоёмов, сооружённых в Верхнем Иртыше. Водоохранилище русловое, ведёт сезонное регулирование боковой приточности на участке между Бухтармиснкой и Шульбинской ГЭС. Шульбинское водохранилище имеет комплексное назначение, одно из которых — аккумулировать сток рр. Ульба и Уба с целью использования его на фоне попусков Бухтарминского водохранилища для весеннего обводнения поймы реки Иртыш.

Режим работы Шульбинского водохранилища вызывает сложность рыбохозяйствен-

ной эксплуатации и значительное снижение биопродуктивности водоёма. Сброс воды в период попусков приводит к осушению литорали, икра и личинки рыб (пассивная молодь) остаются на берегу и обсыхают; в отштурованных водоёмах погибает молодь и взрослая рыба. Потери по воспроизводству при гибели молоди на осушаемых участках в период весенних попусков при существующем режиме работы водохранилища неизбежны. Но если компенсировать сработку Шульбинского водохранилища попусками из Бухтарминского, то потери рыбопродукции в последнем будут в 6 раз больше, чем все промысловое стадо Шульбинского водохранилища.

Гидрологический режим Шульбинского водохранилища полностью подвержен искусственному регулированию; весь год поддерживается отметка уровня 240 м, но в апреле-мае в течение 13—20 дней водохранилище срабатывается на 8 м, обеспечивая весенние попуски на затопление поймы Иртыша в Павлодарской области. В Шульбинском водохранилище из-за особенностей эксплуатации водоёма ежегодно складываются неблагоприятные для нереста условия, и рыбное население уходит для воспроизводства в устьевые пространства рек.

Современный ихтиофаунистический комплекс Шульбинского водохранилища насчитывает 25 видов, 19 из которых относятся к аборигенам, остальные 6 интродуценты (карась китайский *Carassius auratus* (LINNAEUS), сазан (кари) *Cyprinus carpio* (LINNAEUS), лещ *Abramis brama* (LINNAEUS), уклея *Alburnus alburnus* (LINNAEUS), рипус ладожский *Coregonus ladogae* (PRAVDIN, GOLUBEV & BELYAEVA), судак *Sander lucioperca* (LINNAEUS)).

#### **Аборигенные виды рыб и рыбообразных Шульбинского водохранилища:**

1. Минога сибирская *Lampetra kessleri* (ANIKIN) — непромысловый;
2. Стерлядь *Acipenser ruthenus* (LINNAEUS) — редкий;
3. Карась золотой *Carassius carassius* (LINNAEUS) — промысловый;
4. Карась серебряный *Carassius gibelio* (BLOCH) — промысловый;
5. Пескарь сибирский *Gobio synocephalus* (DYBOWSKI) — непромысловый;

6. Язь *Leuciscus idus* (LINNAEUS) — промысловый;
7. Елец сибирский *Leuciscus baicalensis* (DYBOWSKI) — непромысловый;
8. Плотва сибирская *Rutilus rutilus* (LINNAEUS) — промысловый;
9. Гольян обыкновенный *Phoxinus phoxinus* (LINNAEUS) — непромысловый;
10. Линь *Tinca tinca* (LINNAEUS) — промысловый;
11. Сибирская щиповка *Cobitis melano-leuca* (NICHOLS) — непромысловый;
12. Голец сибирский *Barbatula toni* (DYBOWSKI) — непромысловый;
13. Сибирский хариус *Thymallus arcticus* (PALLAS) — непромысловый;
14. Таймень *Hucho taimen* (PALLAS) — редкий, исчезающий;
15. Щука *Esox lucius* (LINNAEUS) — промысловый;
16. Налим *Lota lota* (LINNAEUS) — промысловый;
17. Ёрш *Gymnocephalus cernuus* (BLOCH) — непромысловый;
18. Речной окунь *Perca fluviatilis* (LINNAEUS) — промысловый;
19. Сибирский подкаменщик *Cottus sibiricus* (KESSLER) — непромысловый.

Ихтиофаунистический комплекс водоёма составляют хозяйственно-ценные промысловые и непромысловые виды рыб. Массовыми промысловыми видами являются лещ, плотва, окунь и судак. В небольших количествах в уловах присутствует карась, постепенно увеличивается численность щуки, относительно стабильно, но единично встречается в уловах сазан и рипус, линь очень редко. Сибирская минога немногочисленна, придерживается специфических станций обитания (бывшее русло Иртыша), является объектом питания хищных рыб (окунь). Таймень — ценная редкая рыба, обитает в придаточной системе (р. Уба), осенью спускается в предустьевое пространство. За последние годы случаев его поимки не зафиксировано. Из малоценных видов в последние годы заметно выросла численность ерша, из ценных промысловых рыб следует отметить присутствие в промысловых уловах налима. Численность чужеродного вида уклеи быстро растёт

(Кириченко, 2012). Популяция карася представлена преимущественно китайским подвидом, который скрещивается с серебряным карасём и успешно с ним конкурирует. Типичными обитателями придаточной системы водохранилища являются сибирский голец, налим и елец, последние из которых мигрируют в предустьевые пространства рек.

Ниже представлены современное состояние запасов и биологические характеристики основных промысловых аборигенных видов рыб водохранилища.

**Биологические показатели основных промысловых аборигенных рыб (по данным 2017 г.).**

Плотва — один из массовых промысловых видов рыб; в научных сетных уловах составляет 43 % по численности с максимальным удельным значением в уловах нижней части водохранилища (62 %); в неводных уловах её удельное значение в 2017 г. составило 45 %. Предельно наблюдаемые размеры рыб в уловах 2017 г. составили 32,5 см по длине и 814 г. по массе, в возрасте 10 лет (табл. 1). Анализ межгодовой динамики основных биологических показателей плотвы указывает на то, что увеличились среднетрические показатели (длина, вес), увеличилась упитанность плотвы, но при этом идёт уменьшение среднего возраста до 3,5 лет. По данным 2017 г. возраст наступления массовой половой зрелости плотвы составил 4 года, в 2016 г. половая зрелость зарегистрирована в более ранние годы жизни: при длине 11—13,5 см в возрасте 1—2 года. Преобладание самок в популяции прослеживается на протяжении последних пяти лет, что характерно для рыб с невысокой

плодовитостью и в тоже время обеспечивает высокий воспроизводительный потенциал данного вида в водоёме. Среднее значение показателя абсолютной плодовитости плотвы в 2017 г. составило 20,4 тыс. икринок, что незначительно ниже среднеемноголетнего показателя в 22,0 тыс. икринок.

Окунь — эврибионтный политоппный вид. Его доля в сетных уловах по всему водохранилищу составила 31 %; максимальная численность (314 экз. — 53 %) отмечена в верхней части водохранилища на станциях «Ново Азовое» и «Ковалевка». В неводных исследовательских уловах по сравнению с прошлым 2016 г. его удельное значение наоборот снизилось с 22 до 17 %. Предельный возраст рыб в уловах 2017 г. составлял 5 лет при длине 26 см и массе 300 г. Данные среднетрические показатели несколько ниже прошлого 2016 г. — 7 лет при длине тела 29 см и массе 460 г (табл. 2).

Анализ динамики биологических показателей окуня за ряд лет позволяет отметить снижение среднетрических показателей рыб в уловах, как по длине (с 18,8 до 16,4 см), так и по массе (с 138 до 79 г), что является результатом влияния промысла; также идёт незначительное снижение среднего возраста популяции, который составил 3,3 г. Анализ линейного роста окуня в 2017 г. показывает, что темп линейного роста у особей до 4-летнего возраста преобладает над темпом весового роста и в целом характеризуется хорошими показателями. Весовой прирост максимален у рыб старших возрастов. Структура возрастного состава окуня в уловах также демонстрирует изменчивость: в 2015 г. отмечено уве-

Таблица 1

Основные биологические показатели плотвы

Возрастной ряд	Длина, см (мин—макс)	Средняя длина, см	Масса, г (мин—макс)	Средняя масса, г	Кол-во, экз.	%
1	9—11	10,6	14—32	22	16	2,5
2	11,5—15,5	14,3	25—100	65	117	18,3
3	13—17	16,5	45—152	102	210	32,8
4	14—18,5	17,7	60—180	126	132	20,7
5	15—21	19,0	75—220	155	132	20,7
6	16,5—22	19,2	80—250	160	27	4,2
7	20,5—23	22,1	196—260	229	4	0,6
10	32,5	32,5	814	814	1	0,2
Всего:	9—32,5	19,0	14—814	209	639	100



Таблица 2

## Основные биологические показатели окуня

Возрастной ряд	Длина, см (мин—макс)	Средняя длина, см	Масса, г (мин—макс)	Средняя масса, г	Кол-во, экз.	%
1	9—13	10,7	10—35	20	13	4,5
2	11—17	13,7	20—95	43	44	15,3
3	14—19	15,8	35—105	63	139	48,4
4	17—21,5	18,8	60—168	114	72	25,1
5	20—26	21,9	138—300	189	19	6,6
Итого:	9—26	16,4	10—300	79	287	100

личение в уловах рыб среднего возраста 4—6 лет (более 65 %), а в 2016 г. прослеживается увеличение в уловах рыб младшего возраста до 4 лет — 81 %, в 2017 г. данная тенденция сохраняется, на долю 2—4-летних особей окуня приходится 83 %. По результатам исследований 2017 г. массовая половозрелость окуня наступает в возрасте 4 лет при длине тела рыб 14—19 см. Половая структура окуня в последние пять лет нестабильна. Если в 2013—2015 гг. наблюдалось доминирование самок, что положительно влияло на воспроизводительный потенциал популяции окуня, то начиная с 2016 г. сохраняется тенденция преувеличения самцов, причём в два раза. Значение средней ИАП половозрелой части популяции окуня в 2017 г. — 22,0 тыс. икринок.

Серебряный карась в уловах немногочислен, в последние годы численность его стабилизируется. Малая численность популяции карася диктуется дефицитом специфических биотопов. Караси в уловах 2017 г. имели длину тела от 12 до 29 см и массу от 40 до 760 г, в возрасте 2—7 лет (табл. 3). Массовая половая зрелость карася по данным 2017 г., начинается с 6 лет. Половая структура карася характеризуется преобладанием самок в два раза.

Щука желанный объект промысла, но численность её в водохранилище, в результате неудовлетворительных условий воспроизводства и небольшой популяционной

плодовитости, остаётся низкой. В уловах по водохранилищу щука встречается единично, преимущественно в весенний нерестовый период. Основные места её обитания в водохранилище — приустьевые пространства рек и немногочисленные заливы. Удельное значение щуки в уловах 2017 г. крайне низкое: в верхней части водохранилища — 0,2 % по численности, в средней части — 0,07 %, в нижней части щука не зафиксирована. Кроме того, в научно-исследовательском неводе щука также не была зарегистрирована. В уловах 2016 г. особи щуки выловлены в верхней и средней части водохранилища, это были экземпляры в возрасте от 2 до 7 лет, с длиной тела 31—47 см и массой до 1075 г. В 2017 г. были пойманы щуки длиной 35 и 42 см и весом 335 и 726 г в возрасте 3—4 лет (табл. 4). Возрастной ряд щуки в уловах 2017 г. представлен рыбами в возрасте от 3 до 4 лет. Результаты исследований последних лет показывают, что созревание самцов происходит при длине 23—26 см в возрасте 2 лет, а самки созревают в 3 года, при длине 30—34 см. В целом, в стаде щуки идёт доминирование самок, что повышает потенциальные возможности выживания популяции.

Удельное значение ерша в научных уловах в 2017 г. в среднем по водоёму составило 15 %, в верхней части — 3,5 %, в средней части — 24 %, в нижней приплотинной час-

Таблица 3

## Основные биологические показатели карася

Возрастной ряд	Длина, см (мин—макс)	Средняя длина, см	Масса, г (мин—макс)	Средняя масса, г	Кол-во, экз.	%
2	12	12	40	40	1	33,3
6	24	24	532	532	1	33,3
7	29	29	760	760	1	33,3
Итого:	12—29	21,7	40—760	444	3	100

Таблица 4

## Основные биологические показатели ерша

Возрастной ряд	Длина, см (мин—макс)	Средняя длина, см	Масса, г (мин—макс)	Средняя масса, г	Кол-во, экз.	%
2	9—9,5	9,3	10—15	13	4	7,0
3	10—11	10,2	12—25	17	24	42,1
4	11,5—12	11,6	22—35	28	4	7,0
5	12—14	13,4	30—55	40	15	26,3
6	13—14	13,8	35—50	42	7	12,3
7	15—15	15	45—75	55	3	5,3
Итого:	9—15	11,8	10—75	29	57	100

ти — 1,6 %. По сравнению с прошлым 2016 г. процентное соотношение ерша по численности в сетных уловах возросло почти в два раза (2016 г. — 8,1 %, 2015 г. — 6,7 %). Ёрш относится к промысловым видам рыб, однако промыслом практически не изымается, так как крупного ерша, промысловых размеров относительно мало (табл. 4). Предельный возраст рыб в уловах 2017 г. 7 лет, при длине тела 15 см и массе 75 г, средние значения длины составили — 11,8 см, массы — 29 г.

Состояние запасов основных промысловых аборигенных рыб. Определение численности популяций промысловых рыб Шульбинского водохранилища проводили по методике ВНИИПРХ и пункта 87 приказа Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 04.04.2014 г.

№ 104-Ө «Об утверждении Правил подготовки биологического обоснования на пользование животным миром» (Правила ... , 2014). Численность рыб определяли методом площадей по результатам научно-исследовательской неводной съёмки, с использованием работ Е.М. Малкина (1999) и В.К. Бабаяна (2000) В 2017 г. для определения численности младше возрастных особей применили метод выравнивания с помощью построения линии тренда. Ихтиомасса рыб рассчитана путём перемножения численности рыб в каждой возрастной группе на среднюю массу 1 экз. рыб возрастной группы. Промзапас определён в зависимости от процентного соотношения половозрелых рыб в каждой возрастной группе (табл. 5, 6).

Популяции окуня и плотвы при бла-

Таблица 5

Численность популяций промысловых аборигенных рыб в Шульбинском водохранилище в 2013—2017 гг.

Виды рыб	Абсолютная численность, экз.				
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2013 г.
Плотва	6 146 191	6 672 598	3 694 158	4 539 474	6 009 615
Окунь	5 695 313	6 650 356	4 961 340	3 585 526	3 317 308
Щука	15 156	13 345	12 887	39 474	86 538
Карась	105 469	93 416	38 660	118 421	86 538

Таблица 6

Промысловый запас аборигенных видов рыб в Шульбинском водохранилище в 2013—2017 гг.

Виды рыб	Промысловый запас, т				
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2013 г.
Плотва	317,0	484,0	497,0	596,0	460,0
Окунь	316,0	711,0	633,0	396,0	255,0
Щука	8,0	20,0	12,0	12,0	105,0
Карась	28,8	15,0	18,0	30,0	29,0

гоприятных условиях способны к быстрому увеличению численности. Численность плотвы значительная, но её икhtiомасса сосредоточена в младших возрастных группах. Окунь созревает в возрасте 3 года, но залавливается в разрешённые размеры ячеи с 4 лет. Его популяция устойчива к внешним воздействиям. Но основная её часть приурочена к прибрежным и зарослевым зонам. По биологическим показателям окуня граничных ориентиров  $LC_{50}$  больше  $LM_{50}$  ( $16 > 14$ ), в данный момент этот вид принятие управленческих решений не требует (Евсеева, Притыкин, Сагиев, 2017). Для окуня созревающих при очень малых размерах, промысловым запасом считались только те возрастные группы, которые реально могут отлавливаться в разрешённый размер ячеи орудий лова.

Численность щуки в водоёме низкая, в промысловых концентрациях она встречается, в основном, в период нерестовых и осенних миграций. В тоже время щука регулярно в небольших количествах встречается в промысловых уловах рыбаков. В тоже время, вследствие низкой численности и слабого воспроизводства, популяция щуки довольно уязвима, её запасы сосредоточены в предустьевых пространствах рек и в запретных для промысла зонах.

Популяция карася придерживается зарослевых зон и немногочисленных заливов, поэтому численность карася рассчитывалась исходя из площади данных биотопов. В исследовательских уловах отмечено увеличение численности карася, в тоже время, происходит снижение средней навески и возраста популяции.

Выводы. Структура популяций рыб и её динамика является одним из индикаторов состояния развития и устойчивости промысловых ресурсов водоёма. Так как одной из наиболее ярких и существенных черт икhtiофауны Шульбинского водохранилища является сравнительная бедность видового состава, при численном доминировании 3—4 видов

(плотва, окунь, лещ и судак), это делает икhtiоценоз водохранилища весьма уязвимым.

Плотва и окунь имеют сравнительно высокую численность в водохранилище, однако, изымаются промыслом не в полном объёме, что сказывается на состоянии структуры популяции — отмечаются резкие изменения соотношения отдельных размерных групп, что выражается в снижении среднеметрических показателей стада и среднего возраста популяций этих видов. Отмечается снижение средних навесок плотвы и окуня в уловах, на фоне стабилизации показателей плодовитости и урожайности молоди. Доминирование самок в популяции плотвы и окуня и традиционно высокие показатели урожайности молоди этих видов обеспечивает хороший уровень воспроизводительного потенциала. К тому же, данные виды рыб весьма лабильны к внешним воздействиям и при благоприятных условиях способны к быстрому увеличению численности популяции. Популяции карася и щуки относятся к средне и малочисленным, отмечается изменчивость возрастного ряда этих рыб в уловах, воспроизводство нестабильно, не наблюдается существенных сдвигов в темпе роста, в тоже время происходит изменение сроков половой зрелости.

Уровенный режим Шульбинского водохранилища ежегодно неблагоприятен для воспроизводства и нагула рыб, так как в результате весенних попусков значительно срабатывается мелководная литоральная зона, поэтому основными нерестилищами являются немногочисленные заливы и предустьевые пространства, из которых наиболее благоприятные и обширные разливы имеет река Уба, в меньшей степени — Кызыл-Су, Ковалевка и Шульбинка. При существующем водном режиме естественное воспроизводство фитофильных и других биологических групп рыб в значительной степени ограничено, так как не создаётся необходимых условий для формирования нерестилищ, создаётся дефицит нерестовых площадей (Евсеева, Куанышбекова, 2017).

### Литература

**Бабаян В.К.** Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО, 2000.

**Евсеева А.А., Куанышбекова Г.К.** Обеспеченность нерестилищами фитофильных видов рыб водоёмов Верхне-Ертисского бассейна // Чтения памяти профессора Владимира Яков-

левича Леванидова: VII Всерос. конф., 20—22 марта 2017 г.: сб. тез. Владивосток, 2017. С. 30.

**Евсеева А.А., Притыкин И.В., Сагиев С.Н.** Определение граничных ориентиров запаса промысловых видов рыб для обеспечения устойчивого рыболовства в Шульбинском водохранилище // *European multi science journal*. Будапешт, 2017. № 8. С. 5—8.

**Малкин Е.М.** Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 1999.

Правила подготовки биологического обоснования на пользование животным миром: Утв. Мин. окружающей среды и вод. рес. РК 04.04.2014 г. № 104-ө. Астана, 2014.

**Кириченко О.И.** Биологические и продукционные особенности популяции уклей (*Alburnus alburnus alburnus*) из водоёмов Иртышского бассейна // *Вестник СГУ им. Шакарима*. Семей, 2012. №2 (57). С. 242—245.

УДК 594.1:574.625 (262.5)

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛИНЕЙНОГО РОСТА ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА АНАДАРЫ (*ANADARA KAGOSHIMENSIS*) В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ

А.М. Жаворонкова, М.А. Брода

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия*

E-mail: ann4356@yandex.ua

В 1980-х гг. в Азово-Черноморском бассейне появилось ряд аутоакклиматизантов, которые могли бы быть перспективными объектами марикультуры. К ним можно отнести представителя семейства Arcidae — двустворчатого моллюска анадара (*Anadara kagoshimensis* Токунэга), которого также называют кровяной ракушкой, кунсаркой или скафаркой (Золотарев, Золотарев, 1987; Анистратенко, Халиман, 2006). Представители этого семейства широко встречаются в морях Юго-Восточной Азии, у побережья Индийского и Тихого океанов, а также на шельфе Кубы, Колумбии, Фиджи, Индии, Индонезии, Японии, Кореи, Малайзии, Мексики, Филиппин (Ревков, Щербань, 2017; Acarli, Lok, Yigitkurt, 2012; *The Benthic exotic species ...*, 2009). В ряде зарубежных стран арковые широко используются в качестве перспективного объекта морской аквакультуры (Broom, 1985; Kim, Kang, 1987; Acarli, Lok, Yigitkurt, 2012).

В Азовском и Чёрном морях анадара представлен как субдоминантный вид в биоценозах абры (*Abra ovata*), церастодермы (*Cerastoderma lamarcki*), гидробии (*Hydrobia salinasi*) (Фроленко, Двинянинова, 1998; Ревков, Щербань, 2017). Появление этого вида в Азово-Черноморском бассейне обусловило проведение различных морфологических и эколого-физиологических исследований, в ходе которых были получены важные данные о

биологии и экологии этого вида (Особенности организации ... , 2010; Финогенова, Куракин, Ковтун, 2012). В то же время, многие вопросы, представляющих интерес для культивирования анадары, остались малоизученными. Одним из таких вопросов является изучение закономерностей роста этого вида моллюска в новом для него биотопе. В значительной степени это обусловлено тем, что скорость роста является наиболее важным параметром оптимизации в марикультуре моллюсков, и сроки достижения промысловых размеров являются важнейшим показателем экономической эффективности культивирования. Этот параметр также характеризует продукционный потенциал в популяциях различных видов морских гидробионтов и, кроме того, скорость роста является одним из наиболее важных элементов энергетического баланса (бюджета) организма и популяции (Алимов, 1981; Заика, 1985).

В задачу настоящей работы входило исследование закономерностей линейного роста анадары в Керченском проливе Азово-Черноморского бассейна.

Работу проводили в 2014—2016 гг. в Керченском проливе. Для этого в мае 2014 г. было отобрано 40 экз. анадары, размерной группы 5—10 мм (средняя длина 8,1 мм). Животных помещали в сетные садки и осуществляли выращивание этой группы на экспери-

ментальной базе КГМТУ в Керченском заливе в естественных условиях. Температура во время выращивания варьировала в пределах от 1,4 до 25,7 °С, солёность колебалась от 11,2 до 13,3 ‰. Кроме того, проводилось выращивание 90 экз. моллюсков разных размерных групп, которые были использованы для анализа аллометрического роста анадары, а также для замены погибших моллюсков в процессе выращивания.

Для характеристики роста анадары с интервалом 1,5—2 месяца проводили измерение длины (L), высоты (H) и толщины (выпуклости — D) моллюсков, с точностью до 0,1 мм. Количество и размер элиминированных моллюсков фиксировали отдельно, и вместо погибших животных вносили в садки особей такой же размерной группы, что и у погибших моллюсков.

Кривую линейного роста анадары аппроксимировали уравнением Л. Бергаланфи (1):

$$L_t = L_0 \left(1 - e^{-r(t-t_0)}\right), \quad (1)$$

где  $L_t$  и  $L_\infty$  — соответственно, масса моллюска за время  $t$  (мес.) и максимальная (теоретически предельная) длина анадары,  $t$  — время роста,  $t_0$  — теоретический возраст моллюсков, когда его длина равна нулю (или личиночного периода жизни),  $r$  — константа роста.

Кроме того, находили удельную (относительную) скорость роста ( $k$ , сут<sup>-1</sup>) которую определяли по уравнению (2):

$$k = \frac{\ln\left(\frac{L_2}{L_1}\right)}{t_2 - t_1}, \quad (2)$$

где  $L_1$  и  $L_2$  — длина раковины анадары между 2-мя последовательными точками отбора проб.

Размножение анадары в Чёрном море происходит в летний период при температуре воды выше 20 °С (Чикина, Колючкина, Кучерук, 2003). У побережья Северного Кавказа Чёрного моря (который расположен вблизи Керченского пролива), созревание гонад и нерест у этого вида происходит в конце августа — начале сентября. После чего, у моллю-

ска начинается планктонный период жизни, который завершается оседанием личинок на тот или иной субстрат. Следовательно, весь осенний, зимний и весенний периоды времени рост моллюска происходит при устойчиво пониженной температуре воды. В связи с этим, изучение роста анадары начат лишь в весеннее время, когда спат моллюска достиг длины 5—10 мм.

На рис. 1 видно, что у исследованного вида, как и для большинства других видов двустворчатых моллюсков, кривую роста можно описать уравнением Л. Бергаланфи, которое в численной форме имеет следующий вид (3):

$$L_t = 30,2 \left(1 - e^{-0,089(t-3,17)}\right), \quad (3)$$

Представленная теоретическая кривая, в целом, достаточно хорошо передаёт общую тенденцию изменений линейного роста. В то же время, на представленном рисунке видно, что она не учитывает задержки или полную остановку роста моллюсков, обусловленных возрастанием размера (и массы тела) и изменением температуры воды.

Кроме того, значение температуры, при которой теоретический возраст моллюсков, равен нулю (3,2 месяца), не соответствует реальной продолжительности пелагического периода жизни, который по нашим данным должен составлять около 7,5 месяцев.

В связи с этим, нами проанализированы данные, касающиеся изменений удельной скорости роста ( $k$ ) анадары. На рис. 2 приведены данные по динамике этого показателя у данного вида моллюсков.

Из приведённых на этом рисунке данных видно, что в процессе онтогенеза удельная скорость роста устойчиво снижалась. Это свидетельствует о том, что возрастание массы тела существенно замедляет рост животного и, таким образом, играет важнейшую роль в процессе индивидуального развития (Заика, 1985). В то же время температура также существенно влияет на рост анадары. Из представленного рис. 2 видно, что с её возрастанием значение  $k$  увеличивается, тогда как при уменьшении температуры воды величина удельной скорости роста снижается. Таким образом, приведённые материалы свидетель-

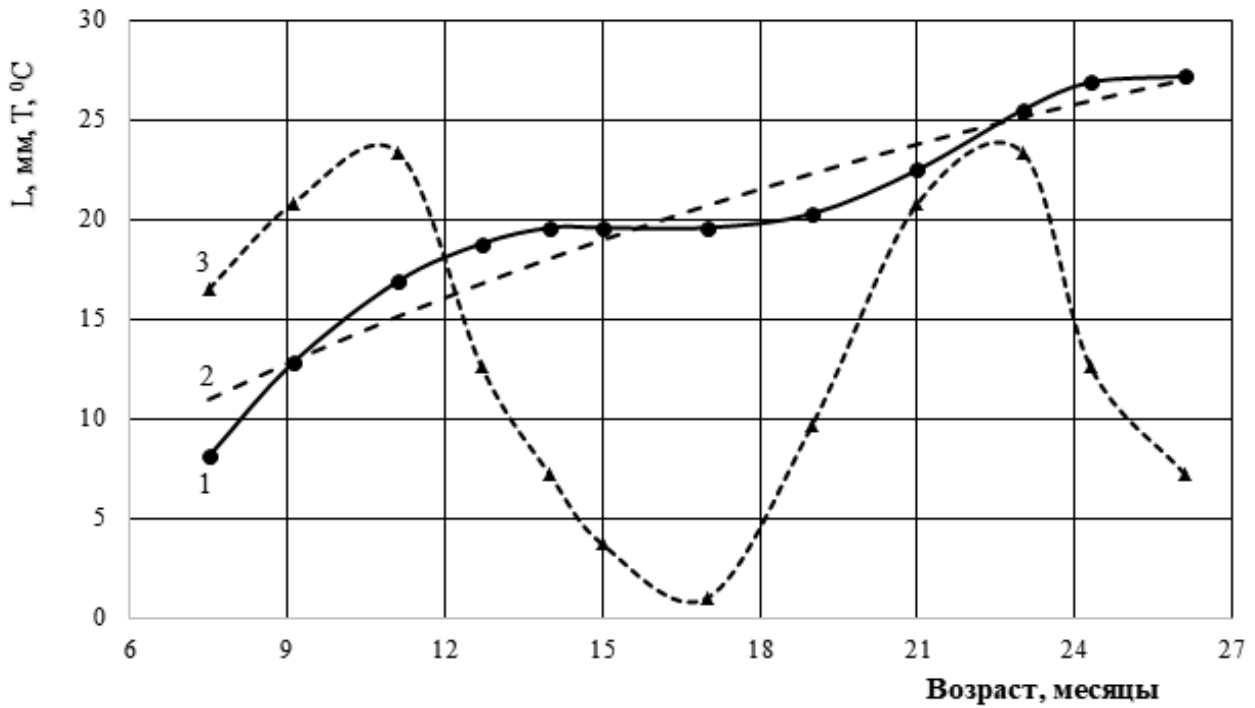


Рис. 1. Изменение кривой линейного роста анадары: 1 — эмпирические данные; 2 — теоретическая кривая; 3 — температура воды

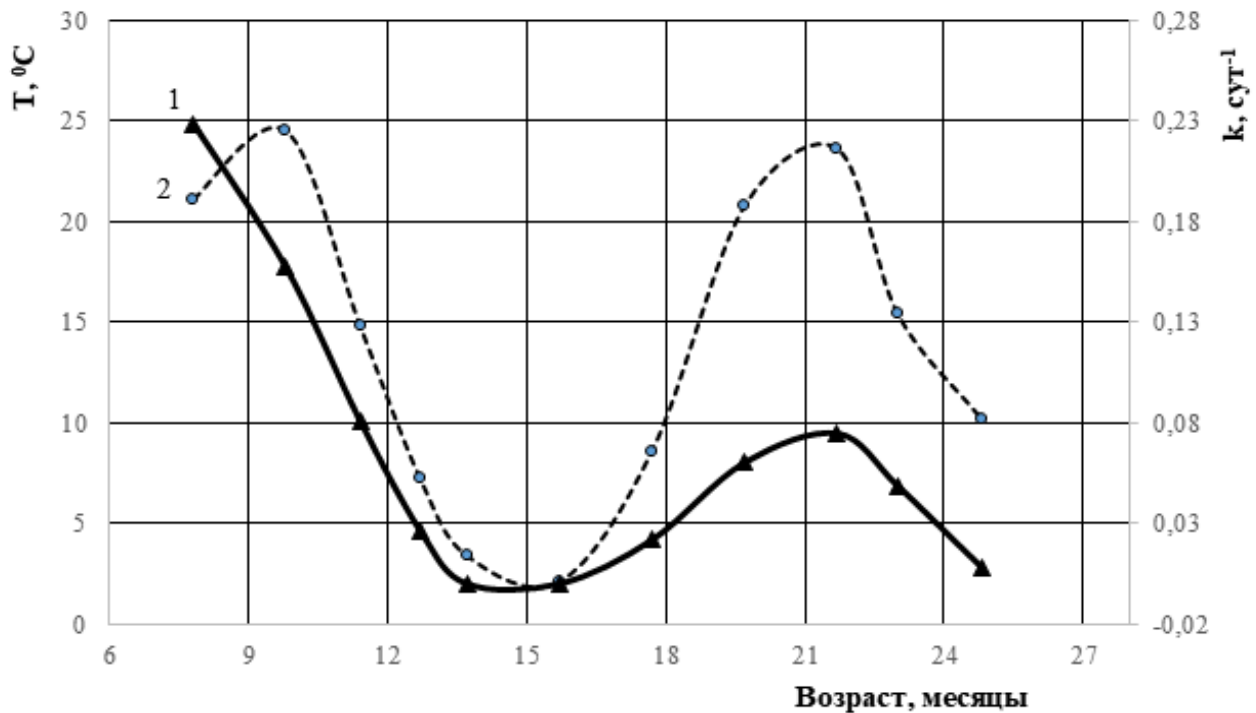


Рис. 2. Динамика удельной скорости роста анадары в процессе онтогенеза: 1 — удельная скорость роста; 2 — температуры воды

ствуют, что удельная скорость связана отрицательной зависимостью с длиной (и размером) тела и в то же время положительной связью с температурой воды.

В связи с полученными данными мы

попытались выразить величину удельной скорости роста ( $k$ ) в виде функции 2-х переменных — длины моллюска и температуры воды. Для этой цели мы использовали уравнение множественной регрессии (4):

$$k = a + bW + cT, \quad (4)$$

где  $a$  — свободный член уравнения,  $b$  — коэффициент регрессии, характеризующий влияние размера на удельную скорость массы тела,  $c$  — коэффициент регрессии, определяющий влияние на этот показатель температуры воды.

Анализ показал, что указанная зависимость  $k$  от длины тела и температуры воды описываются нелинейными функциями, в связи с чем их необходимо перевести в линейную форму. После логарифмирования значений длины тела и температуры воды и последующей статистической обработки, удельную скорость роста можно представить в виде уравнения (5):

$$k = 0,677 - 0,608 \lg L + 0,173 \lg TR^2 = 0,87, \quad (5)$$

Таким образом, наиболее значительную роль в скорости роста играет размер (масса) моллюска, тогда как температура воды хотя и влияет, но в меньшей степени на процессы роста. На рис. 3 представлены

результаты сравнительной характеристики полевых и теоретических данных, рассчитанных по уравнению (5). а нём видно, что наблюдается достаточно хорошее соответствие полевых материалов ( $k_e$ ) и теоретической кривой ( $k_t$ ): результаты экспериментальных исследований на 87 % соответствует данным расчётной кривой удельной скорости линейного роста.

По-видимому, предложенную теоретическую кривую можно улучшить, если ввести в неё другие экологические параметры, влияющие на рост анадары.

При рассмотрении полученных материалов следует остановиться на температуре биологического нуля (остановка ростовых процессов) этого вида моллюска. Судя по имеющимся данным, он находится в диапазоне, близким к 10 °С, что довольно хорошо согласуется имеющимися в литературе данными. В частности, в работе турецких исследователей (Acarli, Lok, Yigitkurt, 2012) было показано, что торможение и остановка роста анадары наблюдается, когда температура воды становится ниже указанной выше температуры.

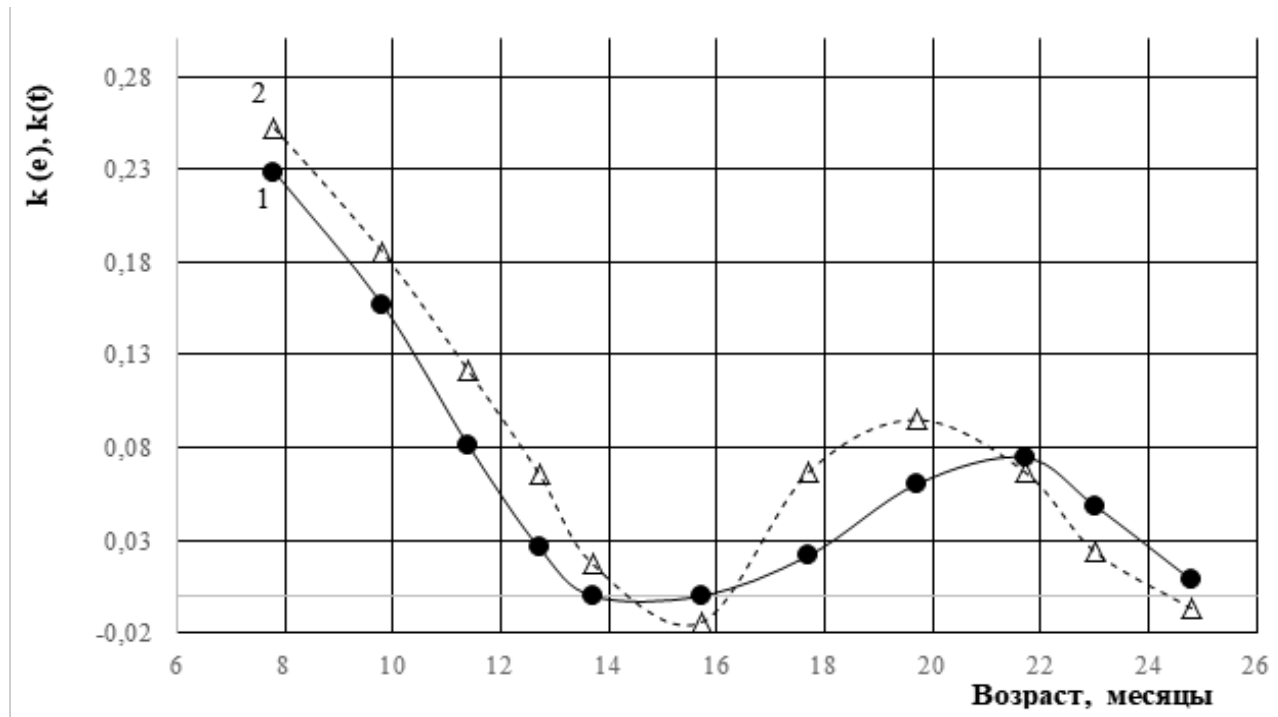


Рис. 3. Сравнительная характеристика изменений удельной скорости роста анадары в Керченском проливе:  
1 — эмпирические данные ( $k_e$ ); 2 — теоретическая кривая ( $k_t$ )

### Литература

- Алимов А.Ф.** Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л., 1981.
- Заика В.Е.** Балансовая теория роста животных. Киев, 1985.
- Золотарев В.Н.** Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* — новый элемент фауны Чёрного моря // Докл. АН СССР. 1987. Т. 297, № 2. С. 501—503.
- Особенности организации тканевого метаболизма у моллюсков с различной толерантностью к внешней гипоксии / А.А. Солдатов [и др.] // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 2010. Т. 46, № 4. С. 284—290.
- Ревков Н.К., Щербань С.А.** Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Чёрном море // Экосистемы. Симферополь, 2017. Вып. 9. С. 47—56.
- Финогенова Н.А., Куракин А.П., Ковтун О.А.** Морфологическая дифференциация *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) в Чёрном море // Гидробиол. журн. 2012. Т. 48, № 5. С. 3—10.
- Фроленко, Л.Н., Двинянинова О.В.** Формирование биоценоза вселенца кунеарки *Cunearca cornea* в Азовском море // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азовского бассейна. Ростов н/Д, 1998. С. 115—118.
- Чикина М.В., Колючкина Г.А., Кучерук Н.В.** Аспекты биологии размножения *Scapharca inaequalis* (BRUGUIÈRE) (Bivalvia, Arcidae) в Чёрном море // Экология моря. 2003. Вып. 64. С. 72—77.
- Acarli S., Lok A., Yigitkurt S.** Growth and survival of *Anadara inaequalis* (BRUGUIÈRE, 1789) in Sufa lagoon, Izmir, Turkey // The Israeli J. of Aquaculture Bamidgeh. 2012. Vol. 64. P. 1—7.
- Broom M.J.** The Biology and culture of marine molluscs of the genus *Anadara* // ICLARM Studies and Reviews. 1985. Vol. 209. P. 1—37.
- Kim Y.G., Kang Y.J.** Culturing density production of Ark Shell, *Anadara broughtoni* // Bull. Fish. Res. Dev. Agency. 1987. Vol. 36. P. 81—88.
- The Benthic exotic species of the Black Sea: Blood Cockle (*Anadara inaequalis*, BRUGUIÈRE, 1789: Bivalve) and Rapa Whelk (*Rapana thomasiana*, CROSSE, 1861: Mollusc) / C.Sahin [et al.] // J. of Animal and Veterinary Advan. 2009. Vol. 8. 2). P. 240—245.

УДК 639.29:582.273

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛА АГАРОНОСНОЙ МОРСКОЙ КРАСНОЙ ВОДОРΟΣЛИ АНФЕЛЬЦИИ ТОБУЧИНСКОЙ В ПРИМОРЬЕ

Л.В. Жильцова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГБНУ «ТИНРО-центр»), г. Владивосток, Россия

E-mail: lidiya.zhiltsova@tinro-center.ru

В России дальневосточная (*Abnfeltia tobuchiensis*) и беломорская (*Abnfeltia plicata*) анфельции являются единственным источником агара. Состояние запасов анфельции на дальневосточном бассейне оценивается как относительно стабильное, рекомендуется активный промысел. В Белом море её запасы значительно сократились, активный промысел запрещён и добыча разрешается только в виде сбора штормовых выбросов.

В заливе Петра Великого (Японское

море) промысловая неприкрепленная морская красная водоросль анфельция тобучинская *Abnfeltia tobuchiensis* (KANNO & MATSUBARA) Мак. формирует в настоящее время 7 полей различных по площади и запасу: в проливе Старка, бухтах Баклан, Перевозная, Троицы, Ильмовая, Северная и побережье г. Столовой Существуют поля самостоятельно и независимо друг от друга, характеризуются более или менее активным ростом, вегетативным размножением (своего рода клонирова-



нием) и индивидуальными значениями площадей и запаса (Шафранова, 1990; Кулепанов, Дзизюров, Жильцова, 1999). Сообществ макрофитов с долей детерминанта более 80 %, образованных за счёт клонирования (фрагментации талломов водоросли на многоклеточные участки, способные к самостоятельному росту), в природе мало и они представляют научный и практический интерес. Общей особенностью для них является наличие «ядра» с определённой критической массой, уменьшение которой может привести к исчезновению всего сообщества как структурной единицы в экосистеме.

Исследования запасов агароносной водоросли и её промысел в Приморье с различной степенью интенсивности ведутся с 1930-х гг. За эти годы апробированы разные методики оценки запасов (водолазная, гидроакустическая, аэрофотосъёмка, телевидение) и методы лова (дражный, грейферный, водолазный, траловый) (Изучение экосистем ... , 2005; Жильцова, Дзизюров, Галак, 2006; Гидроакустические исследования ... , 2014; Харламов, 1963).

Ежегодный мониторинг скоплений анфельзии в Приморье предусматривает наблюдения за их состоянием: сбор и хранение материалов, обработку данных, оценку запасов и составление прогнозов промысла. В его основу заложена ежегодная привязка к стандартной сетке станций для каждого поля, что позволяет анализировать изменение основных параметров (высоты пласта, плотности, площади поля, запаса) в межгодовом аспекте. В целях рационального использования и сохранения ресурса на многие годы на каждое поле анфельзии составляется промысловый кадастр, представляющий собой объектно-ориентированный комплекс данных (Жильцова, Кулепанов, 2010). Основной массив данных ежегодно пополняется, что позволяет выявлять тенденцию в динамике основных характеристик поля и научно обосновывать величину допустимого изъятия из конкретной единицы запаса в конкретном районе. Эти сведения имеют большое научное и практическое значение, так как дают полное представление об объекте и его рациональном использовании в сравнительном аспекте.

На основании текущего состояния и анализа среднемноголетних уровней запаса и площадей поля пролива Старка, бухт Баклан, Перевозная, Троицы определены как промысловые. Наиболее крупным по ресурсу в последние годы является скопление анфельзии в проливе Старка с запасом более 25 тыс. т. Поля анфельзии самые крупные по ресурсу в 1930—1960-е гг. в бух. Ильмовая и Андреева уже более 30 лет находятся в депрессивном состоянии из-за перелова и не эксплуатируются по причине низких значений запаса. Причём, поле в бухте Андреева вообще потеряло свой статус ввиду сокращения запаса ниже среднемноголетнего значения (порядка 1,6 тыс. т) и в последние 4 года представлено небольшим скоплением с запасом около 0,6 тыс. т. Несколько настораживает прогрессирующее (в среднем на 5—7 % в год) заиливание дна под пластом анфельзии в бух. Перевозной и появление устойчивого наилка поверх пласта в бух. Троицы. Мы связываем эти процессы с активным развитием строительства в этих бухтах. На данный момент ещё не наблюдается сокращения продукционной зоны (обуславливает общую годовую продукцию) этих полей, но отмечается (в последние 3 года) появление пока ещё в малых количествах характерного для анфельзии заболевания «белой гнилью», которое негативно сказывается на состоянии водоросли.

В целом по заливу Петра Великого общий запас этого ресурса в последние годы колеблется в пределах 60—85 тыс. т и его состояние характеризуется как относительно стабильное.

Учитывая чувствительность анфельзии к промыслу и гидродинамическим нагрузкам, приводящим к значительному перераспределению биомассы водорослей по пласту, а также отсутствие эффективного и щадящего орудия лова для промысловой зоны (высота более 15 см) поля, с 1995 г. мы предлагаем изымать анфельзию только из зон предвыбросов (Жильцова, Дзизюров, Кулепанов, 2002). Предвыбросные зоны являются периферийными участками поля. Их расположение на полях стабильно, приурочено к мелководью, вследствие чего они в значительной степени подвержены штормовым нагрузкам. Продук-

ционный баланс в этих зонах отрицателен. В структуре полей анфельдии предвыбросные зоны играют роль своеобразного «накопителя» для водоросли, сброшенной из продукционной и промысловой зон поля. На каждом поле имеется от 1 до 4—6 таких зон, каждая из которых характеризуется определённой ёмкостью и кратностью её наполнения. Эти характеристики для каждого поля различны и зависят от многих причин: открытости района, направлений ветров и течений, частоты и силы штормов. Время заполнения «накопителя» может составлять от нескольких часов до нескольких лет, а кратность заполнения — от 1 до 5 раз за год. В целом в предвыбросных зонах полей анфельдии может накапливаться 1 000—4 000 т анфельдии-сырца. Рекомендуемый вылов в подзоне Приморья определяется именно этим количеством биомассы, составляет 1—6 % от общего запаса и позволяет характеризовать не максимально возможный, а стабильный промысел. Если же водоросли из этих зон не изымать, то под воздействием волнений анфельдия из переполненных предвыбросных зон частично или полностью выбрасывается на сопредельную береговую полосу. Во время сильных штормов наблюдается проброс «лишней» фитомассы с центральной части поля сразу на берег (минуя «накопитель») или полное высвобождение предвыбросной зоны. Объем таких выбросов может достигать нескольких тысяч тонн, формируя в прибрежной полосе многокилометровые валы шириной 0,5—5 м и высотой иногда более 1,5 м (Жильцова, 2017).

Простейшая стратегия регулирования промысла заключается в том, что запас эксплуатируется при всех возможных его состояниях с одинаковой интенсивностью. Цель стратегии регулирования промыслом — предупреждение (или минимизация) рисков, связанных с нанесением ущерба эксплуатируемому ресурсу. Приоритетом являются сохранение и восстановление биологического разнообразия анфельдиевых сообществ, достаточного для поддержания способности полей к саморегуляции и компенсации последствий промысловой нагрузки. Рациональная эксплуатация промысловых полей анфельдии подразумевает недопущение перелова от ре-

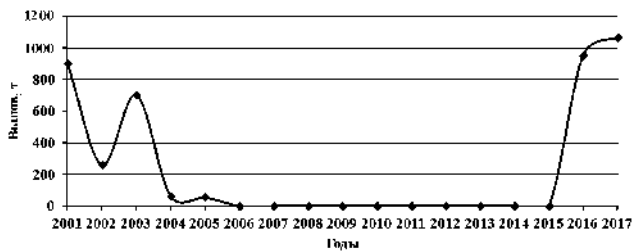
комендуемого вылова, так как нельзя допустить сокращения запаса ниже критического уровня (что и произошло при эксплуатации полей анфельдии в бухтах Ильмовой и Андреева), поскольку устойчивость запаса снижается при малых значениях биомассы, а также и недолова, что приведёт к потере ценного сырья (несвоевременно убранные штормовые выбросы могут быть использованы только в качестве удобрения). Такой подход к промыслу анфельдии решил бы проблему сохранения ресурса при получении максимальной прибыли с каждого промыслового поля.

Водоросли в структуре прогнозов нерыбных объектов промысла занимают одно из первых мест по прогнозируемым объёмам вылова, но их добывается значительно меньше, чем других групп гидробионтов, например, морских ежей или двустворчатых моллюсков. Такая ситуация обусловлена прежде всего востребованностью того или иного ресурса как на внешнем, так и внутреннем рынке.

В подзоне Приморье в небольших объёмах добывают сахарину японскую (морскую капусту) и анфельдию. Низкая степень освоения этих промысловых видов водорослей в связана прежде всего с отсутствием стабильно работающих перерабатывающих предприятий в крае, невысокой коммерческой стоимостью объектов вылова на отечественном рынке и высокой затратностью промысла (в основном используют водолазный способ добычи). Немаловажную роль также играет жёсткая конкуренция со стороны поставляемой на российский рынок дешёвой марикультурной водорослевой продукции (в основном из Китая, Вьетнама, Индонезии) (Жильцова, 2012).

В период бытности контрольного лова (1992—2003 гг.) ОДУ осваивался на 30—80 % (см. рисунок). Причём, с начала 1990-х гг. из-за снижения интенсивности лова анфельдии в Приморье акцент её промысла сместился в пролив Старка. Здесь добыча была более доступна (предвыбросные зоны отличаются высокой степенью наполнения практически в течение всего года — до 60 % и небольшими глубинами — до 12 м), а также экономически выгоднее, чем в других районах (есть пирсы

для перегруза на автомобильный транспорт и площадки для подсушки выловленных водорослей как со стороны о. Русского, так и о. Попова.



Динамика вылова анфельции в заливе Петра Великого в период 2001—2017 гг.

Изменение объёмов изъятия водоросли варьировало в пределах от 1,0 до 1,9 тыс. т анфельции-сырца, которые определялись на основании данных ежегодного мониторинга. В качестве орудия лова использовали модернизированную драгу, которая ничем не отличается от специализированной драги-волокуши, разрешённой правилами рыболовства для добычи анфельции в лагуне Буссе. Освоение промышленной квоты в 2004 г. составило уже 3,46 % от ОДУ, затем не превышало 1 %, а с 2005 по 2015 г. промысла не было вообще.

В последние 2 года анфельция продемонстрировала значительный рост вылова, а освоение с нулевого уровня достигло 100 % и более (см. рисунок). Эта ситуация наглядно показывает как быстро может развиваться промысел какого-либо ресурса при появлении устойчивого спроса на него. В случае с анфельцией — налажена её отправка (в качестве сырья) в Китай. Причём, спросом пользуется как сырьё активного лова, так и своевременно собранные штормовые выбросы (особенно из пролива Старка).

В 2016 г. промысел вели 2 компании и в только в проливе Старка. В качестве орудия лова был использован грейфер. По официальным данным было освоено 69,54 % от рекомендуемого вылова.

В 2017 г. на лов заявили 8 компаний. По данным Северо-Восточного территориального управления Росрыболовства вылов рекомендованного объёма (РВ) анфельции в подзоне Приморье на 31.05.2017 освоение рекомендованного вылова составило 106 % (от 999,0 т).

Анализ оперативной обстановки на промысле позволил обосновать корректировку величины рекомендуемого вылова в сторону увеличения. Увеличение объёма вылова было обосновано высокой степенью заполнения предвыбросных зон полей анфельции на тот момент: в проливе Старка — до 80 %, бух. Перевозной — до 90%, бух. Баклан — до 80 %. В период штормов анфельция накапливается в этих зонах, и как правило, выбрасывается на берег.

Общий объём РВ анфельции в подзоне Приморье был увеличен на 50 % от первоначально заявленного РВ.

На 1 ноября 2017 г. было выловлено 1 069,934 т (освоение 71,33 % от РВ 1 500 т. Максимальная нагрузка по нашим сведениям пришлась на поле анфельции пролива Старка. Основная причина недоосвоения добавленного объёма к ранее рекомендуемому объёму заключается в том, что при достижении вылова 1 058,944 т (освоение 106 %) промысел анфельции в подзоне Приморье был закрыт, о чем были уведомлены промышленники. А после прохождения документов об увеличении общего объёма РВ в подзоне Приморье на 500 т их просто не поставили их в известность.

Материалы, обосновывающие прогноз рекомендуемого вылова анфельции в заливе Петра Великого позволяют в настоящее время рекомендовать его в объёме 1 тыс. т анфельции-сырца, что в большей степени обусловлено реальными возможностями промысла, а не уровнем запаса. Это несколько ниже среднегодового объёма анфельции, который может накапливаться в предвыбросных зонах всех 7 полей залива Петра Великого, но не наносит ущерба четырём промысловым полям. Кроме того, эффективность промысла анфельции, как в прочем, и любого другого объекта зависит не только от величины запасов, но и от его рациональной организации.

Промысел вносит существенный вклад в динамику запасов промысловых объектов. И, безусловно, посредством его регулирования можно в значительной степени влиять на состояние эксплуатируемых объектов. Однако, никакое совершенствование промысла (правил, орудий и техники лова и т. д.) не поможет

избежать резких колебаний запасов, обусловленных природными факторами. Известны резкие колебания запасов не только у промысловых видов, но и недоиспользованных и вообще непромысловых. Предложенная система расчёта РВ для анфельдии по степени и кратности заполнения предвыбросных зон предусматривает снижение уровня эксплуатируемого запаса при ожидаемых неблагоприятных условиях и увеличения промыслового пресса при благоприятных (что и было использовано в 2017 г.).

Ежегодно только при активной добыче промысловой квоты в 1 тыс. т (определяет стабильный, а не максимально возможный промысел в Приморье) и своевременном сборе штормовых выбросов (не квотируются), среднемноголетний объем которых составляет порядка 2,0 тыс. т, можно получать более 60 т агара, потребности в котором в России удовлетворяются за счёт покупки менее качественного продукта за рубежом. Однако, на фоне прогрессирующего спроса на это сырьё

со стороны Китая, позиция российских производителей агара не радует. Отсутствие энергосберегающей технологии производства агара, высокие транспортные налоги на доставку сырья к месту переработки растущие тарифы на энергоносители значительно снижают возможности рационального использования анфельдии и возрождения агарового комплекса в Приморье.

Агар, получаемый из анфельдии используется в различных отраслях: пищевой, кондитерской, косметической, фармацевтической и др. Не следует забывать также, что агар — продукт стратегический, имеющий большое значение в обеспечении безопасности не только России, но и других стран.

К сожалению, наличие и изученность природного потенциала агарового сырья в Приморье сегодня не являются основой для крупного отечественного производства агара и не способствуют степени экономической заинтересованности в этом уникальном ресурсе.

### Литература

Гидроакустические исследования запасов морской водоросли анфельдии тобучинской *Abnfeltia tobuchiensis* в заливе Петра Великого / М.Ю. Кузнецов [и др.] // Вопр. рыболовства. 2014. Т. 15, № 1. С. 140—150.

**Жильцова Л.В.** К вопросу об использовании некоторых водорослей залива Петра Великого в пищевых целях // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. С. 98—100.

**Жильцова Л.В.** Штормовые выбросы анфельдии в заливе Петра Великого в период 2015—2016 гг. // Научно-технические вопросы регулирования рыболовства: материалы Междунар. техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. С. 142—147.

**Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Галак И.И.** Современное состояние промысла анфельдии тобучинской *Abnfeltia tobuchiensis* (Kanno & Matsubara) Mak. в Приморье // Вопр. рыболовства. 2006. Т. 7, № 1 (25). С. 126—136.

**Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Кулепанов В.Н.** Комплексная рациональная эксплуатация полей анфельдии в заливе Петра Великого // Приморье — край рыбацкий: материалы науч.-практ. конф. Владивосток, 2002. С. 11—16

**Жильцова Л.В., Кулепанов В.Н.** Промысловый кадастр на поле анфельдии // Гидророботаника — 2010: материалы I (VII) Междунар. конф. по водным макрофитам. Ярославль: «Принт Хаус», 2010. С. 112—113.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки / Е.И. Блинова [и др.] // Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. Вып. 3. М.: Изд-во ВНИРО, 2005.

**Кулепанов В.Н., Дзизюров В.Д., Жильцова Л.В.** Современное состояние полей *Abnfeltia tobuchiensis* (Kanno & Matsubara) Mak. в заливе Петра Великого (Японское море) // Раст.

ресурсы. 1999. Вып.1. С. 116—122.

**Харламов В., Ромашов Л.** Новые способы добычи анфельзии / Бюллетень ЦБТИ Дальрыбы. 1963. №19 (83).

**Шафранова Л.М.** Растение как жизненная форма (к вопросу о содержании понятия «растение») // Журн. общ. биологии. 1990. Т. 51, № 1. С. 72—88.

УДК 639.2.053.7

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ РЫБОДОБЫВАЮЩЕЙ БАЗЫ КАК ЭЛЕМЕНТ МОНИТОРИНГА ПРОМЫСЛОВОГО УСИЛИЯ НА ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМАХ РОССИИ

П.Р. Занина, Ю.К. Алдушина

*Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия*

E-mail: zanina.polichka@mail.ru, aldushina.yuliya@gmail.com

Рыбная промышленность Калининградской области является одной из ключевых в регионе и играет заметную роль в продовольственном обеспечении населения Калининградской области и страны в целом.

Мониторинг промыслового усилия является одним из важных элементов управления водными биологическими ресурсами (ВБР) на водных объектах. В настоящее время система мониторинга совершенствуется от простого анализа величины вылова ВБР до анализа применяемого промыслового усилия во временном аспекте. Под промысловым

усилием понимается анализ структуры рыбодобывающей базы, а именно количество и спецификация применяемых орудий лова, характеристика промыслового флота. Поэтому в настоящей работе будет проведён первичный анализ данных рыбодобывающей базы на одном из основных промысловых водоёмов Калининградской области, а именно — на Куршском заливе. Материалом для написания работы послужили данные по вылову ВБР, по пользователям ВБР и по применяемым орудиям лова за 2016—2017 гг.

Куршский залив является лагуной Бал-



Рис. 1. Карта-схема расположения Куршского залива [<http://kaliningrad365.ru/info/kurshskij-zaliv.html>]

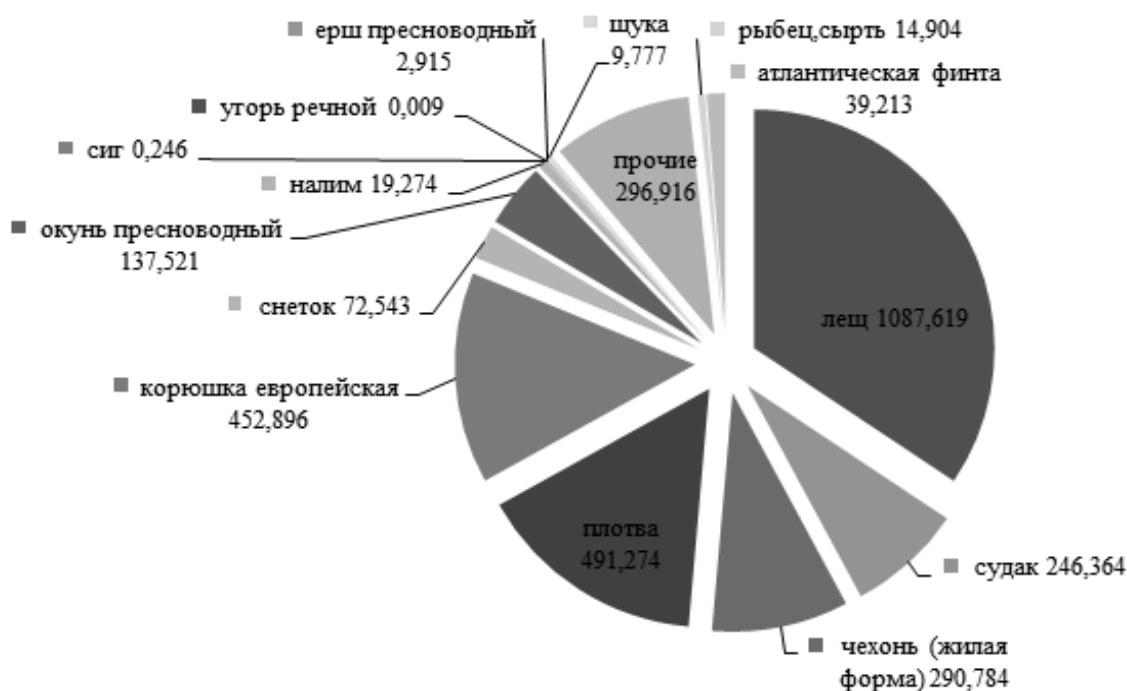


Рис. 2. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов в 2016 г., т

тийского моря и отделён от него песчаной косой протяжённостью 97 км. Соединяющий залив с морем Клайпедский пролив является узким (400 м) и неглубоким (14 м) (рис. 1). Длина береговой линии Куршского залива равна 611,8 км. Площадь поверхности 1 610,21 км<sup>2</sup>. Объём воды в заливе равен 6,2 км<sup>3</sup>, основная доля которой находится в южной части, где преобладают глубины от 4 до 6 м. Северная часть более мелководна, здесь преобладают глубины до 2 м. Восточная часть Куршского залива более мелководна по сравнению с западной. Средняя глубина залива составляет 3,7 м, максимальная достигает 18 м в Клайпедском проливе (Осадчий, 2000).

Куршский залив — наиболее ценный в рыбохозяйственном отношении водоёмов Северо-Запада России. Уникальное географическое положение залива создаёт благоприятные условия для обитания самых разнообразных видов рыб, многие из которых являются объектами промысла (Осадчий, 2000).

В Куршском заливе основной промысел составляют такие рыбы как: лещ, судак, чехонь (жилая форма), плотва, окунь пресноводный, налим, щука, рыбец, сырть, атлантическая финта, сиг, угорь речной, ёрш пресноводный, прочие пресноводные (густера, жерех, карась, краснопёрка, линь, сом пресноводный, уклейка, уклея, язь) и корюшка европейская,

снеток, для которых добыча (вылов) осуществляется в основном в реках, впадающих в Куршский залив.

Общий допустимый улов (ОДУ) в Куршском заливе устанавливается на водные биоресурсы — лещ, судак, чехонь (жилая форма) и плотва. На остальные виды водных биоресурсов ОДУ не устанавливается, заключаются договоры пользования водными биологическими ресурсами.

В 2016 г. на Куршский залив была выделена квота в размере 3 292,264 т, исходя из этого количества Куршский залив был освоен на 96,05 %, где вылов составил 3 162,255 т (табл. 1). Максимальное освоение квоты, на ВБР которых устанавливается ОДУ, приходится на леща, что составляет 99,7 %, а среди других видов ВБР, на которых устанавливается рекомендованный вылов, максимальное освоение приходится на корюшку европейскую и снетка, что значительно превышает установленную величину вылова.

На рис. 2 представлен вылов основных промысловых видов Куршского залива в 2016 г., среди которых наибольший вылов приходится на леща и составляет 1087,619 т, а наименьший — на угря (9 кг).

В 2017 г. объём выделенной квоты не претерпел значительных изменений на Куршский залив и составил в размере 3 686,526 т.

Таблица 1

## Вылов водных биологических ресурсов в Куршском заливе за 2016 год

Вид ВБР	Квота, т (Приказ Министерства ... , 2018)	Вылов, т	Доля от общего годового вылова, %
Лещ	1089,993	1087,619	34,39
Судак	254,244	246,364	7,79
Чехонь (жилая форма)	347,715	290,784	9,20
Плотва	566,883	491,274	15,54
Корюшка европейская	299,900	452,896	14,32
Снеток	24,500	72,543	2,29
Окунь пресноводный	144,490	137,521	4,35
Налим	28,590	19,274	0,61
Сиг	1,550	0,246	0,01
Угорь речной	1,790	0,009	0,0003
Ёрш пресноводный	119,140	2,915	0,09
Щука	47,900	9,777	0,31
Рыбец, сырть	49,990	14,904	0,47
Атлантическая финта	59,970	39,213	1,24
Прочие пресноводные	293,700	296,916	9,39

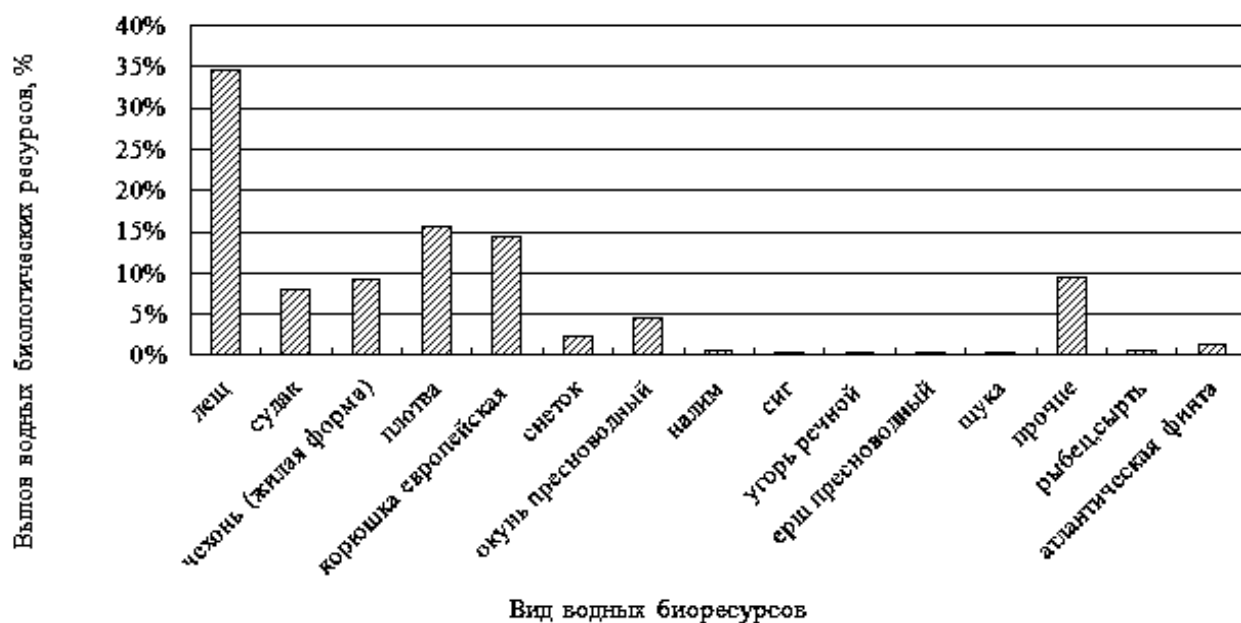


Рис. 3. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов в 2016 г., %

Но следует отметить, что квота на Куршский залив была освоена на 74,18 %, что составляет 2 734,514 т и по сравнению с 2016 г. освоение квоты уменьшилось на практически на 20 %. Это объясняется малыми объёмами вылова корюшки европейской и снетка, вследствие неблагоприятных погодных условий и ледовой обстановкой на Куршском заливе и впадающих в него рек, сложившихся в весенний период 2017 г. Лидером по освоению квоты также является лещ с уровнем освоения равным 99,1 %. Но следует отметить превышение

рекомендуемого вылова по такому виду ВБР, как окунь пресноводный (табл. 2).

Вылов промысловых видов рыб в 2017 г. не отличается от предшествующего года, так же, как и в 2016 г. максимальный улов приходится на леща, что составляет 1 081,242 т (39,541 % от общего улова) (рис. 4, 5).

Помимо анализа данных вылова и освоения квот на Куршском заливе, был проведён анализ по пользователям осуществляющих вылов ВБР на данном водном объекте.

На Куршском заливе добычу (вылов)

Таблица 2

Вылов водных биологических ресурсов в Куршском заливе за 2017 г.

Вид ВБР	Квота, т (Приказ Федерального агентства ... , 2018; Приказ Агентства ... , 2018)	Вылов, т	Доля от общего годового вылова, %
Лещ	1090,990	1081,242	39,541
Судак	258,012	240,088	8,780
Чехонь(жилая форма)	348,713	215,912	7,896
Плотва	567,881	500,884	18,317
Корюшка европейская	299,900	142,909	5,226
Снеток	349,500	0,346	0,013
Окунь пресноводный	149,600	194,622	7,117
Налим	29,700	14,399	0,527
Сиг	1,530	0,968	0,035
Угорь речной	1,800	0,123	0,004
Ёрш пресноводный	119,700	2,096	0,077
Щука	49,700	10,166	0,372
Рыбец, сырть	50,000	24,719	0,904
Атлантическая финта	60,000	41,300	1,510
Прочие пресноводные	264,740	264,740	9,681

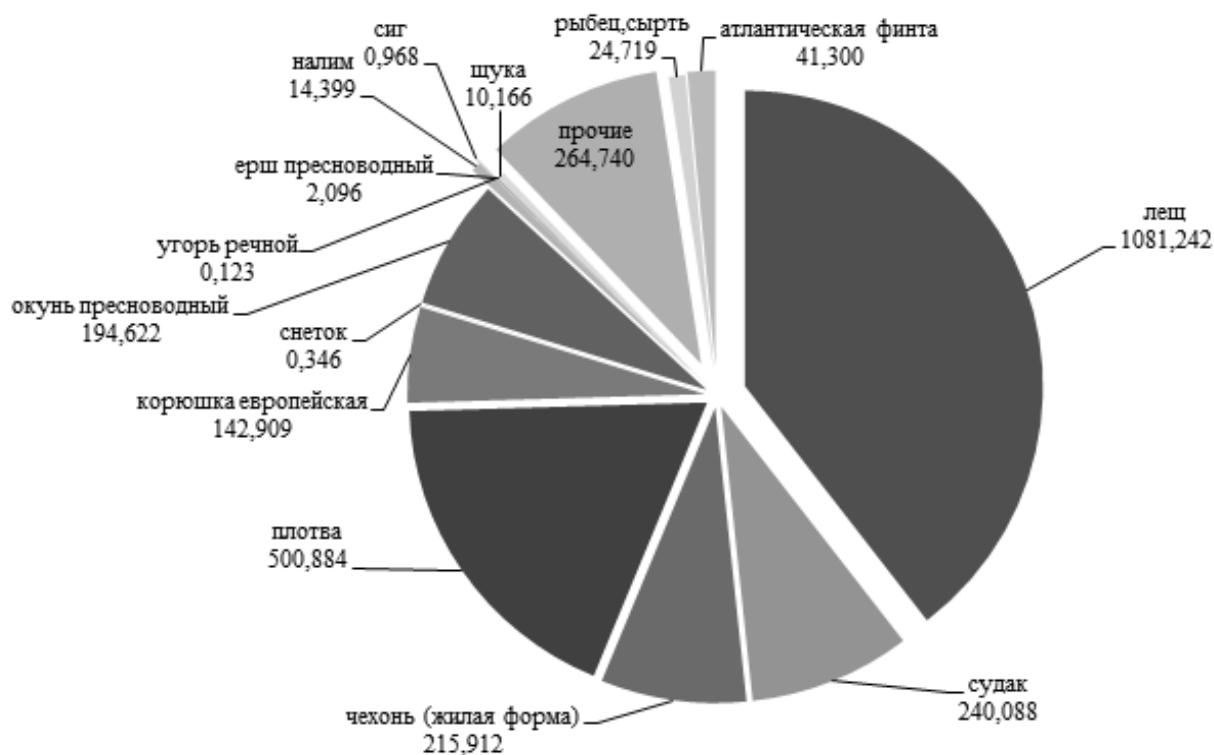


Рис. 4. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов в 2017 г., т

водных биологических ресурсов осуществляют 56 и 58 организаций (в 2016 и 2017 г. соответственно). Все рыбодобывающие организации имеют различные формы собственности, а именно: индивидуальные предприниматели, юридические лица с выделением обществ с ограниченной деятельностью (ООО) и сель-

скохозяйственные производственные кооперативы рыболовецкие колхозы (СПК РК). Доля вылова этих организаций в зависимости от формы собственности показана на рис. 6.

Наибольший вылов водных биологических ресурсов в Куршском заливе в 2016 и 2017 г. приходится на рыболовецкие колхозы





Рис. 5. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов в 2017 г., %

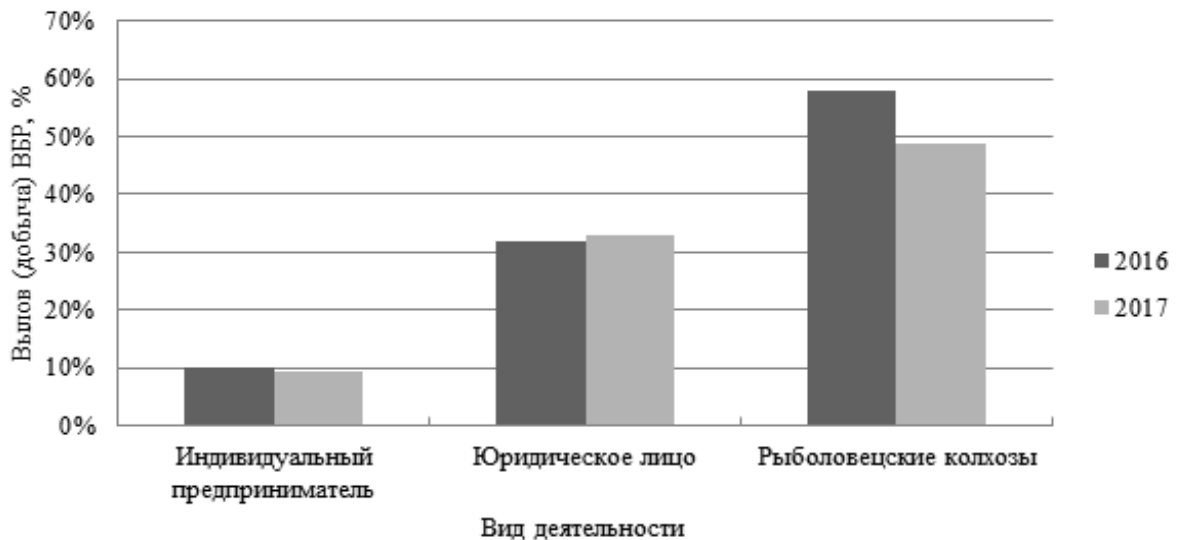


Рис. 6. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов организациями различных форм собственности в 2016—2017 гг., %

(более 50 % от общего улова).

Также проведён анализ применяемых орудий лова на Куршском заливе в исследуемый период. На Куршском заливе применяются следующие орудия лова: ставные сети, невода, ловушки. Одним из основных орудий лова являются ставные сети, на которые приходится больше половины вылова ВБР и поэтому анализ применяемых орудий лова будет основываться на ставных сетях. Согласно Правилам рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна (Правила рыболов-

ства ... , 2018), шаг ячеи (размер) для определённых видов водных биологических ресурсов отличается, тем самым можно выделить по селективности орудия лова на 3 группы: крупночастиковые, мелкочастиковые, мелкоячеистые (Осадчий, 2000). Доминирующей является группа мелкочастиковых орудий лова, это связано с тем, что в Куршском заливе осуществляется промысел на окуня пресноводного, плотвы, чехони (жилой формы), рыба (сырты), атлантической финты, для которых шаг ячеи не должен быть меньше 36 и не более

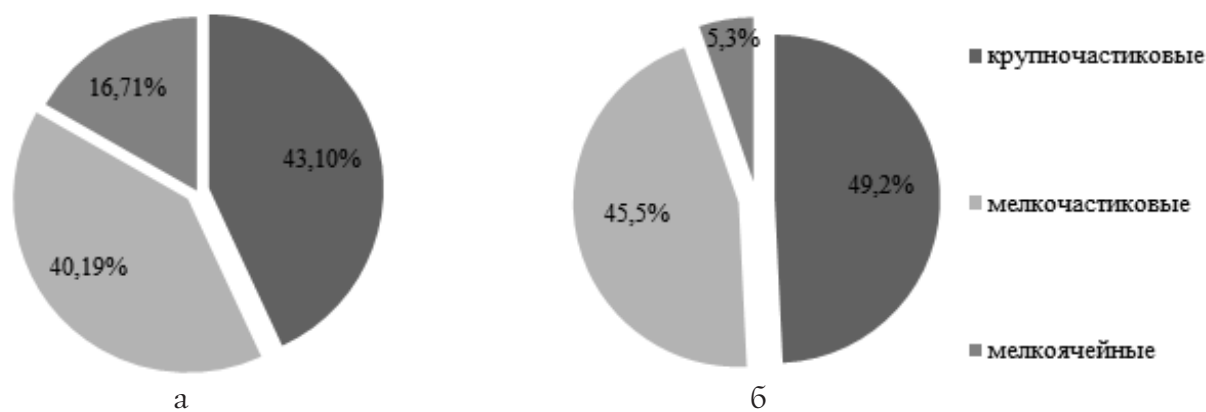


Рис. 7. Добыча (вылов) водных биологических ресурсов различными орудиями лова, %:  
а — 2016 г.; б — 2017 г.

40 мм. К крупночастиковым относятся: лещ, судак, щука, налим — для которых ячея не должна быть менее 70 мм.

В связи с тем, что ловушками ловится в основном угорь речной, а вылов его минимален, и составляет несколько килограмм, то в настоящее время применение этих орудий лова сокращается.

На рис. 7 представлен вылов (в процентах) приходящийся на различные группы ставных сетей в 2016—2017 гг. Несмотря на доминирование применение мелкочастиковых ставных сетей, наибольший вылов приходится на крупночастиковые ставные сети (43—49 % соответственно в 2016—2017 гг.).

На основании вышеизложенных данных, можно сделать вывод о том, что анализ рыбодобывающей базы позволяет оценить не только величину вылова, но и структуру применяемых орудий лова и соответствующий им вылов ВБР. В будущем это позволит также

оценить видовую структуру уловов применяемых орудий лова на основании статистических данных предоставляемых пользователями. Это возможно будет сделать уже в 2018 г., поскольку продолжающееся усовершенствование мониторинга будет направлено на предоставление данных, а именно для каждого вида ВБР будет указываться орудие лова, но и шаг ячеи, что соответствует требованиям действующих Правил рыболовства.

Следует отметить, что текущая система мониторинга для ВБР, на которые устанавливается рекомендуемый вылов и лов которых осуществляется в сжатые сроки, например, в период нерестового хода, не позволяет принимать быстрые оперативные решения по недопущению превышения рекомендуемого объёма. Возможным решением для таких видов ВБР является введение более дискретной отчётности о величине вылова.

### Литератур

**Осадчий В.М.** Регулирование рыболовства и стратегия использования рыбных ресурсов в Куршском заливе: дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2000.

Приказ Министерства сельского хозяйства Калининградской области от 15 декабря 2015 года № 236 «О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления прибрежного рыболовства на 2016 год» [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 06.02.2018).

Приказ Федерального агентства по рыболовству № 813 от 12.12.2016 г [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 06.02.2018).

Приказ Агентства по рыболовству КО от 14.12.2016 г. № 91 [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 06.02.2018).

Правила рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна. [Электронный ресурс] URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 01.02.2018).

УДК 594.121:91.134 262.(5)

## О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СКОРОСТЬ ФИЛЬТРАЦИИ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ (*CRASSOSTREA GIGAS*) ПРИ АККЛИМАТИЗАЦИИ В ЧЁРНОМ МОРЕ

А.П. Золотницкий, С.Р. Чакиров

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия*

E-mail: zap6@mail.ru

В последние десятилетия в Азово-Черноморском бассейне происходит общее снижение промысловой продуктивности, в связи с чем перед научно-исследовательскими организациями России весьма остро встала проблема разработки и внедрения мероприятий по восстановлению и увеличению численности естественных популяций ценных видов морских гидробионтов.

Важнейшими объектами морской аквакультуры (марикультуры) на Черном море являются двустворчатые моллюски, к аборигенным видам которых относится черноморская (средиземноморская) мидия (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) и плоская (европейская) устрица — (*Ostrea edulis* L.) (Холодов, Пиркова, Лодыгина, 2010). В настоящее время биотехнология мидий достаточно хорошо разработана и уже к началу 1990-х гг. в результате промышленного выращивания было получено сотни тонн товарной продукции. Что же касается черноморской устрицы, то до недавнего времени этот вид также был одним из перспективных объектов марикультуры на Чёрном море (Кракатица, 1976). Однако, в последние десятилетия, в связи с возросшим антропогенным воздействием, эвтрофикацией, инфекциями и др., этот вид практически потерял своё промысловое значение. Это обусловило необходимость поиска вида, способного к акклиматизации в Чёрном море (в связи с его пониженной солёностью), более широкой экологической пластичностью, устойчивостью к инвазиям и инфекциям, а также обладающего высоким продукционным потенциалом.

Таким видом могла быть тихоокеанская (гигантская или японская) устрица — *Crassostrea gigas* (THUNBERG) (Раков, 1978), акклиматизация которой за сравнительно небольшое время широко распространилась по всему миру и в настоящее время этот вид является одним из наиболее перспективных

объектов мировой марикультуры моллюсков (конхиокультуры) (Орленко, 1994; ФАО ... , 2013). В связи с этим, изучению наиболее важных функций и влиянию на них различных экологических факторов является одной из ведущих задач современной конхиокультуры (Quayle, 1969; Deslous-Paoli, Heral, 1984; Ecophysiology ... , 1997; Introduced Pacific oysters ... , 2005).

Важнейшим звеном биотехнологии культивирования тихоокеанской устрицы являются исследование вопросов питания и пищевых потребностей данного вида. Работ, посвящённых этим вопросам водах России сравнительно немного (Кучерявенко, 1985; Золотницкий, 2005). Между тем, работы по расширенному воспроизводству устрицы, чрезвычайно важны, и оценка фильтрационной активности, скорости потребления пищи и её усвоение моллюсками является одним из наиболее важных параметров процесса культивирования.

В задачу настоящей работы входило исследование влияние некоторых экологических факторов — температуры и солёности воды на фильтрационную активность тихоокеанской устрицы.

Работу проводили в Керченском проливе на экспериментальной базе КГМТУ в 2013—2014 гг. Материалом для исследования служили 200 экз. разновозрастных и разного размера особей тихоокеанской устрицы размером 18—160 мм и массой 1,6—248,5 г. (со створкой), доставленных из лимана Донузлав в Керченский пролив. После перевозки моллюсков выдерживали в течение одного месяца в садках пролива при температуре и солёности этого района (12,7—15,4 ‰). Определение скорости фильтрации (*F*) моллюсков проводили непрямой метод — по разнице концентрации пищи перед началом и окончанием опыта (Алимов, 1981). Начальную плотность водорослей определяли непосредствен-

но перед экспериментом прямым подсчётом в камере Фукса-Розенталя. По завершении опыта, во избежание погрешностей при подсчёте, оставшиеся водоросли концентрировали с помощью воронки обратной фильтрации, после чего определяли их плотность. Скорость фильтрации ( $F$ ) тихоокеанской устрицы определяли по формуле Голда (1):

$$F = \frac{l_n K_0 - l_n K_t}{nt} V, \quad (1)$$

где  $F$  — скорость фильтрации (л/ч экз.),  $K_0$  и  $K_t$  — концентрация корма в начале и конце опыта (мг/л),  $n$  — число моллюсков в опыте,  $t$  — продолжительность эксперимента (ч).

В качестве корма использовали одноклеточную водоросль *Nitzschia sp.* (106 клеток  $\approx 0,38$  мг).

Продолжительность опытов варьировала в пределах 2—4 ч, в зависимости от объёма сосудов и размера моллюсков. Для мелких особей использовали сосуды объёмом 3—5 л, для крупных особей применяли аквариумы — до 15—30 л. При анализе полученных данных использовали результаты опытов, где концентрация водорослей уменьшилась не более чем на 25 % от исходной плотности взвеси (Алимов, 1981). Параллельно проводили контрольные опыты, в которых определяли концентрации водорослей без моллюсков.

Скорость фильтрации для каждой концентрации альгофлоры определяли по средней из 3 опытов. Значение температурного коэффициента Вант-Гоффа — Аррениуса определяли по формуле (2):

$$Q_{10} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{10/(t_2 - t_1)}, \quad (2)$$

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета статистических программ фирмы StatSoft «Statistica10» и электронных таблиц Microsoft Office 2007 «Excel 2007».

Для расчёта скоростей фильтрации мидии были предварительно проведены 3—4-часовые опыты по интенсивности потребления водорослей моллюсками 2-х размерных групп —  $40 \pm 3$  и  $80 \pm 3$  мм. Было обнаружено, при плотности 2—3 млн микроводорослей (т. е. близкой к 1—2 мг/л по сырой массе), по-

сле чего с возрастанием плотности скорость фильтрации снижается. В связи с этим дальнейшие эксперименты мы проводили при плотности корма, равного 1,0—1,5 мг/л.

Изучение фильтрационного питания тихоокеанской устрицы показало, что скорость этого процесса ( $F$ ) связана с массой тела ( $W$ ) степенной функцией (3) (Алимов, 1981; Walne, 1974):

$$F = F_1 \cdot W^k, \quad (3)$$

где  $F_1$  — интенсивность фильтрации (л/ч·г),  $k$  — коэффициент регрессии, характеризующий изменение фильтрационной активности с возрастанием массы тела.

В опытах, проведённых в апреле, при температуре 12 °С и солёности 14,1 ‰ показали, что связь скорости фильтрации с массой тела (уравнение 4, рис. 1), достаточно хорошо аппроксимируется уравнением (4):

$$F = 2,77 \cdot W^{0,522}, R^2 = 0,74, n = 24. \quad (4)$$

При повышении температуры воды до 19 °С фильтрационная активность устриц заметно возросла: соответствующие коэффициенты  $F_1$  и  $k$  достигают значений 3,86 и 0,61 ( $R^2 = 0,80$ ).

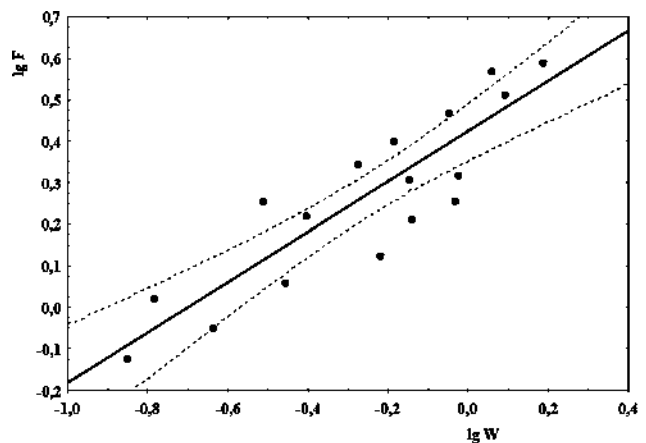


Рис. 1. Зависимость скорости фильтрации ( $F$ , л/ч·экз.) тихоокеанской устрицы от сухой массы тела ( $W$ , г) при температуре 12 °С и солёности равной 14,1 ‰ (штриховые линии — 95 % доверительный интервал). Масштаб логарифмический

Вместе с тем, следует отметить, что опыты проводились при разных значениях температуры, коэффициенты пропорциональности и регрессии полученных уравнений были раз-

личны, что не допускает их строгого сравнения. Это возможно лишь при сопоставлении животных либо одинаковой массы, либо при равенстве констант регрессии, по величине  $F/W$  у исследованных животных (Алимов, 1981; Bayne, Newell, 1983). В настоящее время для сравнения интенсивности питания разных экспериментальных групп животных широко используется уравнение, предложенное Бейном и Ньюеллом (5) (Bayne, Newell, 1983):

$$F_{st} = \left[ \frac{W_{st}}{W_e} \right]^k F_e, \quad (5)$$

где  $F_e$  и  $W_e$  — экспериментальное значение, соответственно, скорости дыхания и массы тела,  $F_{st}$  и  $W_{st}$  — стандартизированное значение скорости фильтрации и массы тела,  $k$  — коэффициент регрессии, связывающий скорость потребления пищи с массой тела при данной температуре воды.

Стандартизированное значение массы тела ( $W_{st}$ ) было принято равным 1 г (в сухой массе тела). Соответственно, интенсивности фильтрации тихоокеанской устрицы ( $F/W$ , л/ч·г) при температуре воды 12 и 19 °С составляли  $2,84 \pm 0,282$  и  $3,91 \pm 0,381$  л/ч·г (различия достоверны на уровне  $P \leq 0,05$ ). Значение коэффициента  $Q_{10}$  составляло величину, равную 1,58, что ниже величины 2,25, принятой в эколого-физиологических исследованиях водных животных (Винберг, 1983). Таким образом, при повышении температуры с 12 до 20 °С скорость метаболических процессов существенно возрастает.

В связи с полученными данными представляло интерес сравнить наши материалы с результатами, полученными другими авторами по этому виду моллюсков. Так в работе фильтрации тихоокеанской устрицы приведена в работе Д. Гердеса (Gerdes, 1983) — 1,2 л/ч·г, что на наш взгляд объясняется высокими концентрациями водорослей ( $100 \cdot 10^6$ ) и очень мелкими размерами используемых в качестве корма микроводоросли — *Isochrysis galbana*. Довольно близкие данные приводят другие исследователи (Ecophysiology ... , 1997; Etude comparative ... , 2003). У них фильтрационная активность этого вида, которая составляла 1,6—2,4 л/ч.

Другие авторы указывали на заметно большую скорость процесса фильтрации устриц. В частности, материалы А.С. Кучерявенко (1985) показали, что при пересчёте на сухое вещество мягких тканей она превышала 5 л/ч, а В.Ф. Уэлл (Walne, 1974) указывал, что интенсивность фильтрации этого вида устриц (с сухой массой 1 г) при хорошем протоке воды может достигать 7,8—10 л/ч. По-видимому, фильтрационная активность обусловлена, как особенностями генофонда популяций, взятых в опыт, так и совокупностью экологических условий, при котором проводились исследования. При этом необходимо отметить, что солёность воды в Керченском проливе была ниже, чем в открытой части Чёрного моря в среднем на 3,5—4 ‰.

В связи с полученными данными по влиянию температуры воды нами проведены опыты по влиянию солёности ( $S$ , ‰) на скорость фильтрации моллюсков, являющаяся весьма важным экологическим фактором, влияющим на жизнедеятельность моллюсков (Хлебович, 1974; Бергер, 1986). Для этого были отобраны ещё 2 пробы тихоокеанской устрицы, размером  $60 \pm 3$  мм. Для 1-ой группы изучение фильтрации проводилось при солёности, характерной для Керченского пролива (14,1 ‰). Другую группу моллюсков поместили в воду, с солёностью 17,8 ‰ (морскую соль брали из оз. Голь, пересыхающего летом водоёма), которую готовили в соответствии с рекомендациями В.В. Хлебовича (1974). Период акклимации устриц составлял 3 суток. Результаты представлены на рис. 2.

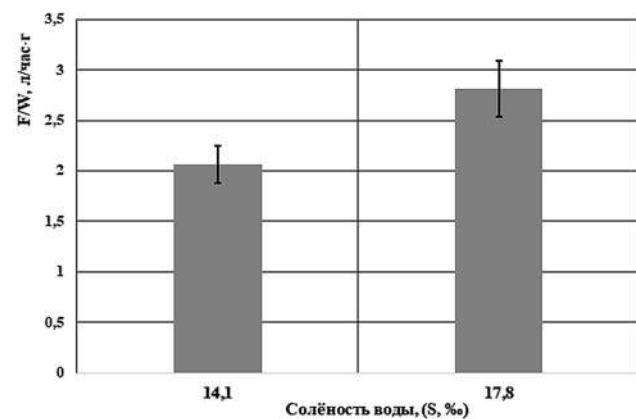


Рис. 2. Изменение интенсивности фильтрации ( $F$ , л/ч·г экз.) у тихоокеанской устрицы при температуре воды 12 °С и при солёностях 14,1 и 17,8 ‰ (вертик. линии — 95 % доверительный интервал)

Из представленных на рис. 2 данных видно, что при одинаковой температуре, но разной солёности существенно повлияло на жизнедеятельность моллюсков — скорость фильтрации при 14,1 ‰ составляла 2,06, тогда как при солёности 17,8 ‰ возросла до 2,81 л/ч экз. (различия достоверны на уровне  $P \leq 0,05$ ). Полученные данные свидетельствуют, что при снижении солёности воды на 3,7 ‰ умень-

шается скорость фильтрации тихоокеанской устрицы на 36 %.

Дальнейшие исследования в этом направлении будут связаны с анализом совместного влияния температуры и солёности воды на фильтрационную активность и взаимосвязи процессов питания и дыхания тихоокеанской устрицы.

### Литература

- Алимов А.Ф.** Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. М., 1981.
- Бергер В.Я.** Адаптации морских моллюсков к изменениям солёности воды. Л., 1986.
- Винберг Г.Г.** Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общ. биол. 1983. Т. 44, вып. 1. С. 31—42.
- Золотницкий А.П.** О некоторых аспектах жизнедеятельности тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* THUNBERG, интродуцированной в Чёрное море // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Симферополь, 2005. Т. 18 (57), № 3. С. 1—47.
- Кракатица Т.Ф.** Биология черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. в связи с вопросами её воспроизводства / Биологические основы морской аквакультуры. Киев, 1976. Вып. 2.
- Кучерявенко А.В.** Расчёт потенциальных возможностей устричного хозяйства в бухте Новгородской Японского моря // Биология моря. 1985. № 1. С. 52—62.
- Орленко А.Н.** Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы её трансплантации в Чёрное море // Зоол. журн. 1994. Т. 73, вып. 1. С. 51—54.
- Раков В.А.** Биологическое обоснование акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море. № Гос. регистрации 73045601. Владивосток: ТИПРО, 1978.
- ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры в 2012 г. Рим, 2013.
- Хлебович В.В.** Критическая солёность биологических процессов. Л., 1974.
- Холодов В.И., Пиркова А.В., Лодыгина Л.В.** Выращивание мидий и устриц в Чёрном море: практическое руководство. Севастополь: ИНБЮМ, 2010.
- Bayne V.L., Newell R.C. Physiology energetics of marine molluscs // The Mollusca. Physiology. Part 1 / A.S.M. Soleudin, K.M. Wilbur (Eds.). New York: Academic Press, 1983. P. 407—514.
- Deslous-Paoli G.M., Heral M.** Transfert energetiques entre l'huitre *Crassostrea gigas* de 1 an et la nourriture potentielle dans l'eau d'un bassin ostricole // Haliotis. 1984. Vol. 14. P. 79—90.
- Ecophysiology de la maturation sexuelle et de la ponte de l'huitre creuse *Crassostrea gigas*: reponses metaboliques (respiration) et alimentaires (filtration, absorption) en fonction des differents stades de maturation / P. Soletchnik [et al.] // Aquat. living. resour. vivantes aquat. 1997. Vol. 10, № 3. P. 177—185.
- Etude comparative des caractéristiques écophysiologicalues et des performances de croissance de l'huitre creuse *Crassostrea gigas* diploïde et triploïde en milieu contrôlé / J. Haure [et al.] // Ifremer. Laboratoire Conchylicole des Pays de Loire Polder des Champs 85230 Bouin. 2003. P. 4—39.
- Gerdes D.** The pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part.1. Oxygen consumption of larvae and adults // Aquaculture. 1983. Vol. 31. P. 220—233.
- Introduced Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: invasion accelerated by warm summers? / S. Diederich [et al.] // Helgol. Mar. Res. 2005. Vol. 59. P. 97—106.
- Quayle D.B.** Pacific oyster culture in British Columbia / Bull. Fish. Res. Board. of Canada. 1969. № 169.

Walne W.F. Early oyster culture investigations by the New-Jork state conservation Commission (1920-1966) / Dept. Div. Mar. Coastal Resources. N. J. Conserv. 1974.

УДК:591.9:594.1 (575.1)

## БИОРАЗНООБРАЗИЕ КРУПНЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ (MOLLUSCA: UNIONIDAE, CORVICULIDAE) ВОДОХРАНИЛИЩ УЗБЕКИСТАНА<sup>1</sup>)

З.И. Иззатуллаев, Х.Т. Боймуродов

Самаркандский государственный университет, г. Самарканд, Узбекистан

E-mail: e.mail.zizzat@yandex.ru

Водоохранилище — это водоём, возникающий в результате сооружения плотины и накапливающий воды стока. Обычно они строятся на реках, проточных озёрах или на долинах реки, вытекающие из озёр, а также в суходольных долинах. По происхождению водоохранилища бывают речные — суходольные, по морфологии — лопастные и лощинные, по эколого-продукционным свойствам — эвтрофные, олиготрофные и др. (Жадин, Герд, 1961; Мухамедиев, 1970; Иззатуллаев, 1987).

Ранее они строились, в основном, с целью развития гидроэнергетики и ирригации. Позже, все чаще их стали использовать и для выращивания рыб, моллюсков и других животных.

Водоохранилища резко отличаются от естественных водоёмов своим рядом важных особенностей: переформирование берега и дна, повышения уровня грунтовых вод, изменения климата, растительности, водных эко-

систем, изменения хозяйства районов и т. д.

До 1979 г. в мире были построены около 270 больших и малых водоохранилищ, только в бывшем СССР — 56 (с малыми водоохранилищами 108), а в Средней Азии их — 4 (Нурек, Кайраккум, Токтогуль, Чардара) (Водоохранилища мира, 1979).

В настоящее время в Средней Азии построены более 60 водоохранилищ, ранее их только в бассейне Сырдарьи было 18 с объёмом воды более 0,5 млн м<sup>3</sup>. В целом, в бассейне рек Сырдарьи и Амударьи существовало несколько десятков водоохранилищ объёмом воды 46,4 км<sup>3</sup> с используемым, объёмом воды 31,6 км<sup>3</sup>. В Стратегическом плане развития Узбекистана на 2017—2021 гг. на территории нашей страны намечено строительство ещё около десятка водоохранилищ.

Таким образом, упорядочивание ирригационной системы, изменению окружающего климата, развитию рыбоводства, водного

Таблица 1

Крупные водоохранилища, расположенные на территории Узбекистана (УзСЭ, 1978)

Название водоохранилища	Объём водоохранилищ, млн м <sup>3</sup>		Площадь зеркала, га	Год строительства
	Общая	Используемая		
Кампирравот	1750	1600	5600	1963—1971
Чорвак	1624	1190	3640	1962—1970
Южный Сурхан	800	610	6500	1968—1967
Каттакурган	900	876	7950	1940—1967
Чимкурган	500	450	4920	1957—1962
Куймазар	350	303	1800	1953—1958
Пачкамар	260	250	1200	1964—1968
Ташкентское	250	224	2000	1953—1963
Каркидон	218	212	950	1961—1963
Уч кизил	160	80	1000	1953—1960
Косонсой	165	155	800	1962—1967
Таллимарджон	538	294	774	1985
Тусинсой	553	331	682	1988

<sup>1</sup> В работе раковины высотой более 6 мм условно именуется «крупными».

птицеводство и беспозвоночных, в их числе и моллюсков строительство водохранилищ имеет большое значение для каждой страны.

Ниже приводится характеристика основных водохранилищ Узбекистана (см. табл. 1).

В целом моллюски, обитая в водохранилищах, способствуют повышению продуктивности в них. Разнообразии природных условий в водохранилищах, создало возможность сохранения здесь, эндемичных, реликтовых и редких животных. В связи с вышесказанными следует особо отметить, что всестороннее изучение водных организмов в том числе и крупных двустворчатых моллюсков, в водохранилищах, представляют большое как теоретическое, так и практическое значение, и является актуальной. Эти моллюски, с одной стороны являются хорошими фильтраторами воды, т.е. считаются санитарами водоёмов, с другой — служат хорошим кормом для рыб, водных птиц и грызунов (Иззатуллаев, 1988, 1992).

Целью настоящего исследования является изучения биоразнообразия крупных двустворчатых моллюсков водохранилищ Узбекистана.

#### Материал и методы

Материалом для исследований послужили наши сборы моллюсков за 1997—2013 гг.

из Каттакурганского (бассейн р. Зарафшан), Чимкургона и Талимарджана (бассейн р. Амударьи).

При определении систематики двустворчатых моллюсков пользовались широко известными работами В.И. Жадина (1952), Я.И. Старобогатова (1970); З.И. Иззатуллаева (1980), Я.И. Старобогатова, З.И. Иззатуллаева (1984), З.И. Иззатуллаева (2002), З.И. Иззатуллаева, Х.Т. Боймурадова (2009), Определитель ... (2004).

#### Результаты и обсуждение

Ниже приведены результаты исследований по видовому составу, распределению и экологическим комплексам крупных двустворчатых моллюсков, на примере трёх водохранилищ из Центрального и Южного районов Узбекистана (табл. 2).

Каттакурганское водохранилище находится в Зарафшанской долине Самаркандской области в 5,5 км южнее г. Каттакургана и правого рукава р. Зарафшан — Карадарьи между Зерабулакскими горами. Вода в водохранилище поступает глубинной зоне. По морфологии водохранилище относится к лопастному типу, биономическому — эвтрофному, происхождению — суходольное, сапробности — мезосапробное.

В настоящее время в данном водохранилище обитают 11 видов моллюсков, отно-

Таблица 2

Видовой состав, распределение и экологические комплексы крупных двустворчатых моллюсков, некоторых водохранилищ Узбекистана

Вид	Водохранилища			Экологические комплексы
	Каттакурган	Чимкурган	Талимарджан	
Класс Bivalvia				
Семейство Unionidae				
1. <i>Sinanodonta orbicularis</i>	+	+	+	Пелореофил
2. <i>Sinanodonta gibba</i>	+	+	+	Пелореофил
3. <i>Sinanodonta puerorum</i>	+	+	+	Пелореофил
4. <i>Colletopterum bactrianum</i>	+	—	—	Реофил
5. <i>Colletopterum cyreum sogdianum</i>	+	+	—	Реофил
6. <i>Colletopterum ponderosum voigense</i>	+	+	—	Пелореофил
Семейство Corbiculidae				
7. <i>Corbicula cor</i>	+	+	+	Пелореофил
8. <i>Corbicula purpurea</i>	+	+	—	Пелореофил
9. <i>Corbicula fluminalis</i>	+	+	+	Пелореофил
10. <i>Corbiculina tibetensis</i>	+	+	—	Пелореофил
11. <i>Corbiculina ferghanensis</i>	+	+	+	Пелореофил
Всего видов и подвидов моллюсков:	11	10	6	



сящиеся к 9 видам и 2 подвидам, 4 родам и 2 семействам (табл. 2). Из них *Colletopterum bactrianum*, *C. cyreum sogdianum* и *Corbiculina ferganensis* эндемики Узбекистана и Таджикистана, 3 вида рода *Sinanodonta* интродуцированы с рыбами китайского комплекса: толстолобиками, белым амуром, глохидиями — личинками этих моллюсков из бассейна р. Янцзы из Китая (Иззатуллаев, 1987; Иззатуллаев, Боймуродов, 2000); *C. ponderosum volgense* с балхашским окунем из бассейна р. Волги (Нуриев, 1967); 3 вида рода *Corbicula* широко распространённые в Средней Азии — восточномедиземноморские виды, *C. tibetensis* — нагорно-азиатский эндемик. Из общего числа видов этого водохранилища *C. c. sogdianum* и *C. bactrianum* — реофилы, обитатели текучих вод, остальные — пелореофилы, живущие среди ила на течении.

Последнее обстоятельство говорит о том, что в водохранилище имеется много заилённых территорий. Вышеуказанные моллюски реофилы, в основном, встречаются в местах впадения вод каналов, в водохранилище и составляют 18 % от общего числа моллюсков, остальные виды обитают в заводях правого берега водохранилища. Среди моллюсков, представители рода *Sinanodonta*, особенно *S. gibba* и *S. puerorum* здесь, многочисленны и тем самым играют большую роль в повышении продуктивности бентосных организмов водохранилища. Наглядным примером этого является то, что одна взрослая особь *S. gibba* весила 690 г.

Чимкурганское водохранилище построено в устье р. Кашкадарья и по морфологии относится к лощинному, биономическому типу — эвтрофному, происхождению — суходольному, сапробности — мезосапробному.

В водохранилище обитают 10 видов моллюсков (табл. 2) и в отличие от предыдущего водоёма, здесь отсутствует эндемик Узбекистана — *Colletopterum bactriana*. Экологические комплексы моллюсков те же, что как и в предыдущим водохранилище. Все эти моллюски проникли в бассейн р. Кашкадарья, в результате переброски воды из р. Зарафшан через канал Старый Анхор и затем беззубки распространились рыбами по водохранили-

ще. Здесь средний вес взрослых особей видов Unionidae составлял 253—327 г, а у Corbiculidae он достигал 35—80 г.

Таллимаржанское водохранилище построено в бассейне Амударьи и заполняется водой из Каршинского магистрального канала. По морфологии водохранилище относится к лощинному, биономическому типу — олиготрофному, происхождению — суходольному, сапробности — олигосапробному. Здесь установлено обитание 6 видов моллюсков (табл. 2), из их числа три — из сем. Unionidae рода *Sinanodonta*, остальные три — из сем. Corbiculidae, относящиеся к родам *Corbicula* и *Corbiculina*. Эти моллюски в Таллимарджане по численности уступают численности моллюсков в Каттакурганском водохранилище. В первом на 1 м<sup>2</sup> приходится 2 экз., а в последнем — местами 2—3, а иногда и 4 экз./м<sup>2</sup>. В целом разность биомассы моллюсков в водохранилищах зависит от числа их видового состава.

После постройки водохранилищ на распространение двустворчатых моллюсков в этих водоёмах, повышение биомассы и формирование фауны своё влияние оказали следующие факторы:

1. Интродукция рыб китайского комплекса: толстолобиков, белого амура, в эти водохранилища привела к распространению здесь видов рода *Sinanodonta*, а балхашского окуня из бассейна р. Волги — к распространению *C. cyreum volgense*.

2. Ввиду того, что водохранилища Каттакурган и Чимкурган расположены на равнинах, здесь, вместе с интродуцированными рыбами к аборигенным моллюскам присоединились китайские виды и вместе с этим, вышеуказанные водоёмы долгое время питавшиеся водой р. Зарафшан фауна их моллюсков несколько богата.

### Заключение

Суммируя вышеуказанное можно сделать следующие выводы:

1. В Каттакурганском водохранилище обитают 9 видов и 2 подвида, Чимкурганском — 8 видов и 2 подвида, Таллимаржанском 6 видов моллюсков. Здесь отсутствуют виды и подвиды рода *Colletopterum* и *Corbicula tibetensis*.

2. Из общего числа (3) экологических комплексов моллюсков в Таллимарджанском водохранилище отсутствуют реофилы, причиной этого является сильная мутность, резкое течение воды и малое число илистых биотопов.
3. Каттакурганское и Чимкурганское водохранилища по морфологии — лапастные, происхождению — суходольные и по биологическому типу относятся к эвтрофным, сапробности — мезосапробное; Таллимарджан принадлежит к лощинному, суходольному, олиготрофному и олигосапробному водоёму.

### Литература

- Боймуродов Х.Т.** Двустворчатые моллюски (Bivalvia: Unionidae, Corbiculidae) водных бассейнов Узбекистана: автореф. дис. ... д-ра (DSc) по биол. наукам. Ташкент, 2017.
- Большая Узбекская советская энциклопедия (УзЭ) / под ред. К.А. Зуфарова. Ташкент, 1978. Т. 10.
- Водоохранилища мира / А.Б. Авакян [и др.]. М.: Наука, 1979.
- Жадин В.И.** Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952.
- Жадин В.И., Герд С.В.** Реки, озёра и водохранилища СССР. Их флора и фауна. М., 1961.
- Иззатуллаев З.И.** О видовом составе крупных двустворчатых моллюсков Средней Азии // Биологические основы рыбного хозяйства Средней Азии и Казахстана. Фрунзе, 1978. С. 65—67.
- Иззатуллаев З.И.** Двустворчатые моллюски сем. Corbiculidae Средней Азии // Зоол. журн. 1980. Т. 59, вып. 8. С. 1130—1136.
- Иззатуллаев З.** Водные моллюски Средней Азии и сопредельных территорий: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1987.
- Иззатуллаев З.И.** Водные моллюски Средней Азии — индикаторы загрязнения водоёмов и водотоков // Гидробиол. журн. 1992. Т. 28, № 1. С. 85—90.
- Иззатуллаев З.И., Боймуродов Х.Т.** Двустворчатые моллюски бассейна реки Зарафшан. Самарканд: СамГУ, 2009.
- Мухамедиев А.М.** О типологии водохранилищ Узбекистана и сопредельных республик Средней Азии // Биологические процессы в морских и континентальных водоёмах. Кишинёв: Штиинца, 1970. С. 274—275.
- Нуриев Х.** Распространение балхашского окуня в Каттакурганском водохранилище (Бассейн реки Зарафшан) // Биологические основы рыбного хозяйства Средней Азии и Казахстана. Балхаш, 1967. С. 208—209.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. В.В. Богатова и С.Я. Цололихина. Том. 6. Моллюски. Двустворчатые моллюски. СПб.: Наука, 2004.
- Старобогатов Я.И.** Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоёмов земного шара. Л.: Наука, 1970.
- Старобогатов Я.И., Иззатуллаев З.** Двустворчатые моллюски сем. Unionidae Средней Азии // Бюлл. МОИП, отд. биол. 1984. Т. 89, вып. 5. С. 74—81.
- Izzatullayev Z.I.** Results of Bivalve mollusks of Central Asia // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. 2002. Вип. 10. С. 21—23.

УДК 597.5:556.55

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ РЕЧНОГО ОКУНЯ  
(*PERCA FLUVIATILIS* LINNAEUS, 1758), ОБИТАЮЩЕГО В ВЕРХНЕМ УЧАСТКЕ  
КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

А.Э. Исмаилов, А.В. Абрамчук, А.М. Иваненко

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

E-mail: vozhd@kubannet.ru

Краснодарское водохранилище является крупнейшим искусственным водоёмом на Северо-Западном Кавказе, его площадь составляет свыше 40 тыс. га. Во многих отношениях, в том числе и в промысловом, Краснодарское водохранилище — один из важнейших внутренних водоёмов Краснодарского края. Промысел рыбы здесь ведётся уже почти 40 лет. За это время были подробно изучены гидрология, гидрохимия и гидробиологические особенности водохранилища (Абаев, 1980; Москул, 1994, Никитина, Москул, 2001).

Речной окунь (*Perca fluviatilis* LINNAEUS, 1758) — один из наиболее хорошо изученных пресноводных видов рыб нашей страны. И хотя он относится к группе малоценных в промысловом отношении объектов, в ряде регионов, например в водохранилищах на равнинных реках европейской части России, он составляет значительную часть рыбной продукции (Пирожников, 1972).

Таким образом, целью нашей работы являлось изучение некоторых особенностей биологии речного окуня, обитающего в верхнем участке Краснодарского водохранилища.

Сбор материала осуществляли в июне—ноябре 2017 г. Обловы вели в южной части верхнего участка Краснодарского водохранилища в районе с. Красногвардейского и а. Адамий.

В пределах исследуемого района нами было выделено 3 станции. На 2 из них обловы вели мальковой волокушей, а на 3-й станции сбор материала проводили при помощи 2 одностенных ставных сетей. Сети выставляли на ночь в течение 4 раз в июне—августе и в течение 5 — в ноябре. Обловы мальковой волокушей проводили только в светлое время суток. Коэффициент уловистости был принят равным 0,13 по аналогии с установленным Ю.И. Абаевым (1971) для Шапсугского и Шенджийского водхр. В середине августа нами

было сделано 11 притонений. Площадь обловов в пределах каждого составляла 40—150 м<sup>2</sup>. Обловы вели в прибрежной зоне. Для получения репрезентативных данных исследовали различные биотопы. Общая площадь обловленной акватории составила 940 м<sup>2</sup>.

В результате обловов нами всего было поймано 1 092 рыбы, из них на долю сетных уловов пришлось 653 экз. Таксономическую принадлежность рыб определяли, пользуясь Атласом ... (2003) и определителем Г.А. Москула (1998).

Материалом для данной работы послужили 105 экз. речного окуня, из которых 35 — поймано мальковой волокушей, а 70 — отловлено ставными сетями.

Сбор и камеральную обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966). Пользуясь результатами замётов мальковой волокуши, выясняли численность и биомассу различных видов (подвидов) рыб на 100 м<sup>2</sup> площади водоёма. Величину сетных уловов оценивали также в относительных величинах: в процентных соотношениях, а также в количестве и массе экземпляров, приходящихся на 10 погонных метров сети. На основе полученных показателей рассчитывали долю речного окуня в уловах.

Возраст речного окуня определяли по чешуе и отолитам (Брюзгин, 1969). Репродуктивные характеристики особей устанавливали в соответствии с рекомендациями И.Ф. Правдина (1966). При определении стадий зрелости гонад использовали схему О.Ф. Сакун, И.А. Буцкой (1968). Гонадо-соматические индексы (ГСИ) вычисляли по формуле, взятой из И.Ф. Правдина (1966). Массу икринки рассчитывали путём деления массы гонад на величину абсолютной плодовитости. Изучение питания рыб проводили согласно Методическому пособию ... (1974). Идентификацию кормовых организмов осуществляли, поль-

зуюсь определителями А.Н. Липина (1950) и Е.М. Хейсина (1962).

В ходе проведённых обловов мальковой волокушей было поймано 16 видов рыб. Наибольшее количество видов (8) принадлежит к семейству Карповые (Cyprinidae). Семейство Окунёвые (Percidae) было представлено в наших уловах 4 видами, по одному виду представляли семейства Бычковые (Gobiidae), Сомовые (Siluridae), Иглобые (Syngnathidae) и Щуковые (Esocidae). Численность и биомасса отдельных видов рыб верхнего участка Краснодарского вдхр. указаны в табл. 1.

Как следует из табл. 1, в уловах мальковой волокушей и по численности, и по биомассе преобладала уклей. Количественные характеристики молоди ценных промысловых видов рыб — леща и судака также высоки. Отсутствие в уловах мальковой волокушей чехони *Pelecus cultratus* — одного из наиболее распространённых видов в Краснодарском вдхр. видимо объясняется тем, что подходящих для неё биотопов в зоне обловов не наблюдалось.

Речной окунь в уловах мальковой волокушей уступал по численности уклее, бычку-песочнику, лещу, черноморской рыбе-игле, судаку и плотве, и по биомассе — уклее, лещу, судаку, бычку-песочнику и густере.

Сетные уловы оказались более разнообразными по видовому составу рыб. В сети нами были пойманы представители 10 видов. Уловы мальковой волокушей были более разнообразными за счёт молоди европейского сома, сазана, жереха, а также бычка-песочника, уклей, ерша и черноморской рыбы-иглы. На наш взгляд, это объясняется селективностью ставных сетей, применявшихся для сбора материала.

В табл. 2 показаны численность и биомасса рыб, пойманных сетями в различные сезоны 2017 г.

Как видно из табл. 2, осенние уловы были беднее летних в качественном отношении. Летом нами было обнаружено 10 видов рыб, тогда как осенью — только 7. В осенних уловах, в отличие от летних, не встречались серебряный карась, обыкновенная щука и обыкновенный рыбец. Количественные характеристики ихтиофауны в ноябре тоже были ниже. По численности, и, особенно, по биомассе в сетных уловах, как летом, так и осенью существенно преобладал лещ.

Средняя численность рыб верхнего участка Краснодарского вдхр. по итогам наших исследований ставными сетями составила 6,3 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса — 771,4 г/м<sup>2</sup>; средняя

Таблица 1

Количественные характеристики ихтиофауны верхнего участка Краснодарского вдхр. (по результатам обловов мальковой волокушей в августе 2017 г.)

Вид	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
Обыкновенная щука ( <i>Esox lucius</i> LINNAEUS, 1758)	0,8	45,9
Обыкновенная уклей ( <i>Alburnus alburnus</i> (LINNAEUS, 1758))	108,8	587,9
Лещ ( <i>Abramis brama</i> LINNAEUS, 1758)	50,7	493,2
Обыкновенная плотва ( <i>Rutilus rutilus</i> (LINNAEUS, 1758))	34,4	145,5
Густера ( <i>Blicca bjoerkna</i> (LINNAEUS, 1758))	11,5	100,9
Серебряный карась ( <i>Carassius gibelio</i> (BLOCH, 1782))	3,3	32,6
Обыкновенный жерех ( <i>Aspius aspius</i> (LINNAEUS, 1758))	1,6	48,8
Сазан ( <i>Cyprinus carpio</i> LINNAEUS, 1758)	1,6	41,2
Обыкновенный рыбец ( <i>Vimba vimba</i> (LINNAEUS, 1758))	0,8	12,3
Европейский сом ( <i>Silurus glanis</i> LINNAEUS, 1758)	4,9	118,2
Черноморская рыба-игла ( <i>Syngnathus abaster</i> RISSO, 1827)	39,3	51,1
Обыкновенный судак ( <i>Sander lucioperca</i> (LINNAEUS, 1758))	36,0	331,3
Речной окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> LINNAEUS, 1758)	28,6	154,9
Бёрш ( <i>Sander volgensis</i> (GMELIN, 1789))	6,5	54,3
Обыкновенный ёрш ( <i>Gymnocephalus cernuus</i> (LINNAEUS, 1758))	2,5	8,7
Бычок-песочник ( <i>Neogobius fluviatilis</i> PALLAS, 1814))	51,6	275,4
Всего:	383,0	2502,1

Показатели сетных обловов верхнего участка Краснодарского вдхр.

Вид	Лето		Осень	
	Численность, экз/м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Численность, экз/м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
Обыкновенная щука	0,1	6,7	0,0	0,0
Лещ	1,8	246,4	1,6	227,7
Обыкновенная плотва	1,2	122,6	1,0	146,8
Чехонь	0,9	127,5	1,0	106,5
Густера	0,3	63,2	0,2	36,0
Серебряный карась	0,1	16,3	0,0	0,0
Обыкновенный рыбец	0,1	15,1	0,0	0,0
Бёрш	0,8	86,0	0,8	88,0
Обыкновенный судак	0,8	109,9	0,6	96,0
Речной окунь	0,6	21,1	0,7	27,0
Всего:	6,7	814,8	5,9	728,0

доля отдельных видов рыб, в том числе и речного окуня, представлена в виде гистограммы на рис. 1.

Анализ гистограммы (рис. 1) показывает, что речной окунь в сетных уловах по численности уступал лещу, плотве, чехони и двум представителям семейства Окунёвые — бёршу и судаку, а по биомассе — ещё и густере.

Как сетные обловы, так и обловы мальковой волокушей показали в целом высокие количественные характеристики ихтиофауны для верхнего участка Краснодарского вдхр. Из представленных данных видно, что речной окунь занимает здесь и по численности, и по биомассе далеко не последнее место. Согласно результатам обловов речной окунь — достаточно распространённая рыба

в верхней части Краснодарского вдхр.

Выборки речного окуня, пойманного как мальковой волокушей, так и сетью, были разбиты на размерные классы с интервалом 2 см. Графическое выражение вариационного ряда размерных характеристик окуня из верхнего участка Краснодарского вдхр. показано на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что выборка речного окуня из уловов мальковой волокушей состояла из 5 размерных групп. В класс от 4 до 6 см вошло наибольшее количество особей — около половины. Следующая размерная группа была также сравнительно многочисленна. Очевидно, эти 2 класса соответствуют сеголеткам. В дальнейшем число особей в размерных группах постепенно снижалось. Самым ма-

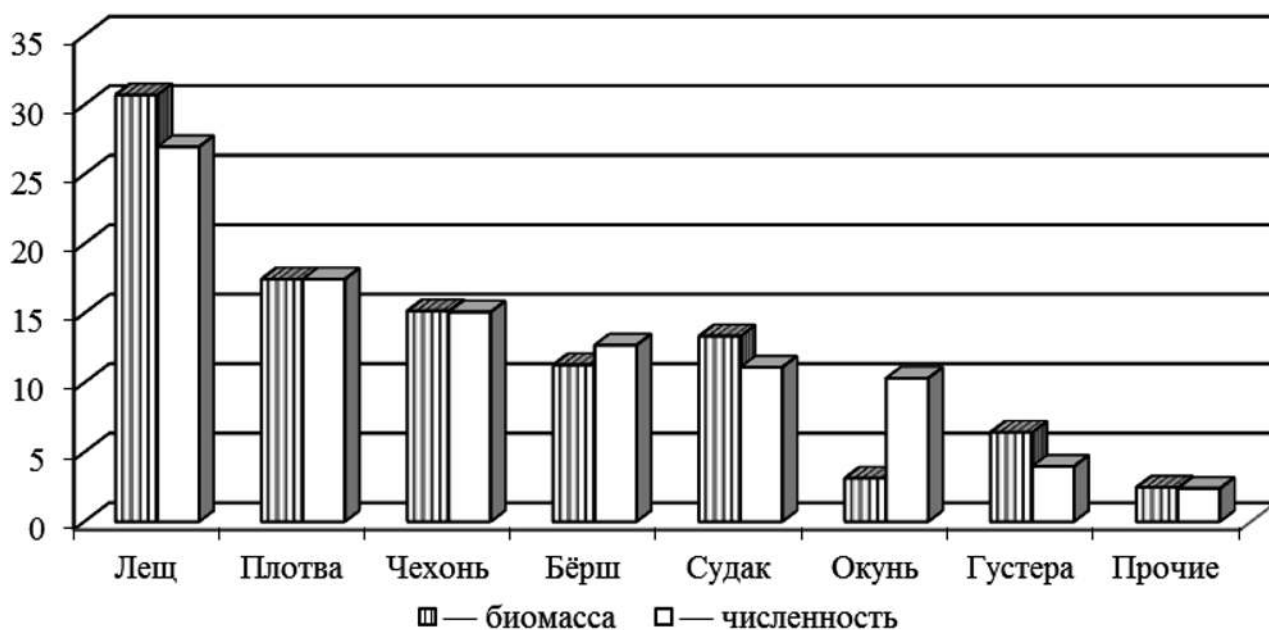


Рис. 1. Средняя доля речного окуня в сетных уловах (июнь — ноябрь, 2017 г.)

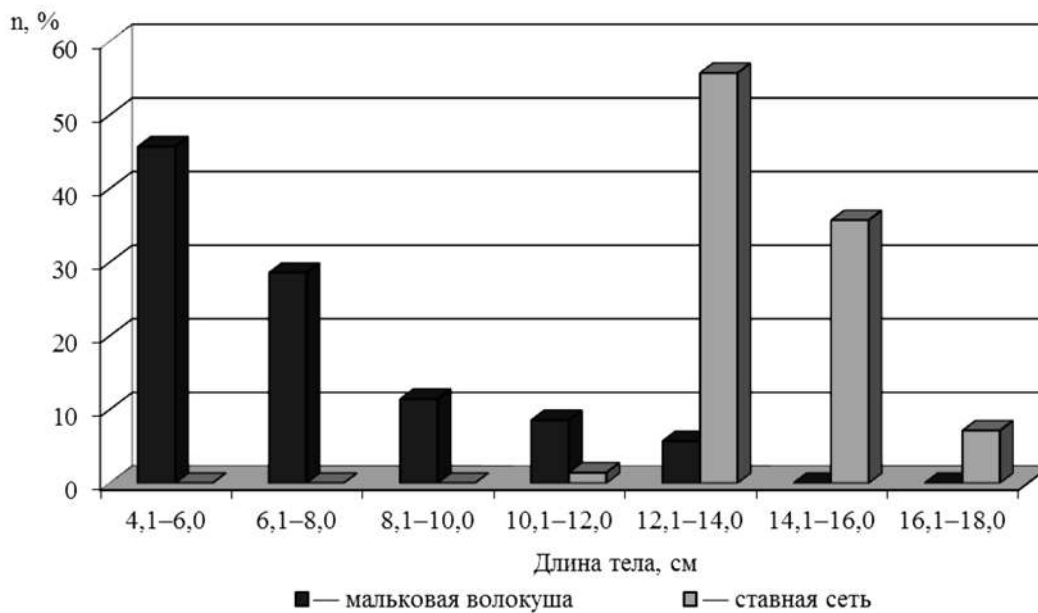


Рис. 2. Размерные группы речного окуня верхнего участка Краснодарского вдхр. из уловов мальковой волокушей и ставными сетями

лочисленным оказался 5-й класс, куда вошли рыбы с длиной тела от 12 до 14 см.

Размерная структура выборки речного окуня из сетных уловов была более простой и состояла из 4 размерных групп. Здесь не наблюдалось закономерного уменьшения количества особей в связи с увеличением длины тела рыб, а класс, охватывающий особей с наименьшими значениями этого показателя (10—12 см), вообще оказался самым немногочисленным. Группа, включающая наиболее крупных рыб длиной от 16 до 18 см, также заметно уступала 2 другим, находящимся в середине вариационного ряда. Самым многочисленным являлся класс от 14 до 16 см, куда вошло чуть более половины от всех особей речного окуня, пойманных ставными сетями. Группа, в которую вошли особи с длиной тела от 12 до 14 см, была также широко представлена в сетных уловах. Преобладание 2-х последних размерных классов обусловлено тем, что диаметр ячеек, использованной нами сети, способствовал, прежде всего, вылову окуней длиной тела от 12 до 16 см.

В наших уловах речной окунь был представлен 5-ю возрастными группами. Мальковой волокушей были пойманы сеголетки, двухлетки и трёхлетки, а установка сетей позволила поймать также четырёхлетних и пятилетних особей (табл. 3).

Таблица 3

Доля различных возрастных групп окуня в уловах ставной сетью и мальковой волокушей

Возраст, лет	Мальковая волокуша		Ставная сеть	
	п, экз.	п, %	п, экз.	п, %
0+	26	74,3	0	0,0
1+	7	20,0	2	2,9
2+	2	5,7	41	58,6
3+	0	0,0	22	31,4
4+	0	0,0	5	7,1
В целом:	35	100,0	70	100,0

Наиболее многочисленными в уловах мальковой волокушей являлись сеголетки. Отсутствие здесь старших возрастных групп и незначительное количество двух- и трёхлеток определяется тем, что обловы проводились в прибрежной зоне водохранилища, где крупного окуня сравнительно мало.

В сетных обловах доминировали трёхлетки. Отсутствие здесь сеголеток объясняется селективностью орудия лова — они в силу своих размерных характеристик не объецивались в ставных сетях, используемых нами для сбора материала.

В целом возрастная структура окуня из верхнего участка Краснодарского водохранилища показана на рис. 3.

Из гистограммы (рис. 3) следует, что возрастная структура окуня из верхнего уча-

стка Краснодарского вдхр. содержит 5 групп, доминирующими являются сеголетки и трёхлетки.

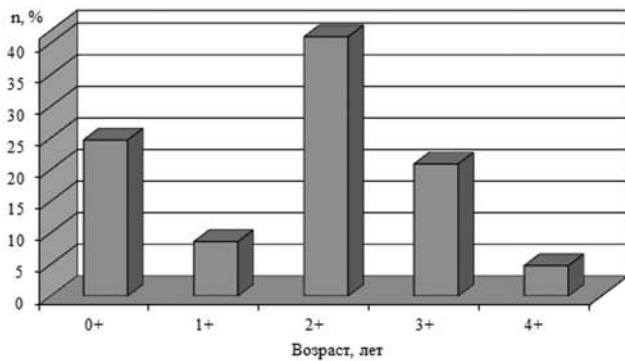


Рис. 3. Возрастная структура речного окуня верхнего участка Краснодарского вдхр.

В осенних уловах из верхнего участка Краснодарского вдхр. присутствовали только половозрелые особи окуня. Пол удалось определить у всех 39 рыб (рис. 4). Летом определение пола было провести невозможно, поскольку половые продукты всех особей, пойманных в это время года, имели ещё сравнительно небольшие размеры, которые не позволяли чётко выявить половую принадлежность рыб.

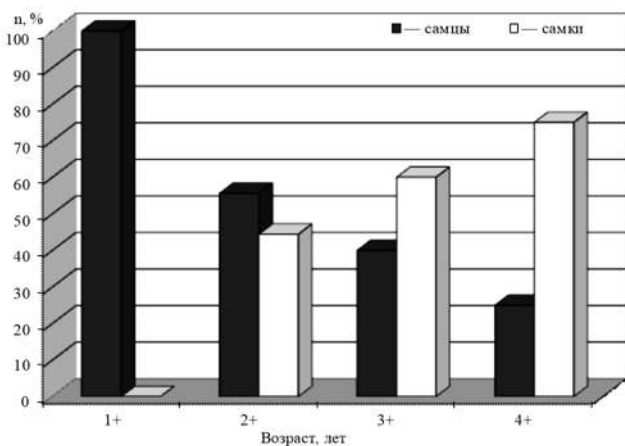


Рис. 4. Половая структура окуня речного окуня верхнего участка Краснодарского вдхр.

Двухлетки были представлены исключительно самцами. Самки в наших уловах появляются, начиная с трёхлетнего возраста. Далее их доля постепенно повышается, в то время как самцы встречаются реже. В пятилетнем возрасте соотношение полов составляет уже 1 : 3 в пользу самок, тогда как в двухлетнем возрасте оно примерно равное. Вообще, в осенних уловах самки составляли 51,3 % по численности, а самцы — 48,7 %. В целом, полученные нами результаты не противоречат литературным данным (Мороз, Спивак, 1969).

Таким образом, показатели численности и биомассы речного окуня в верхней части Краснодарского вдхр. в 2017 г. были достаточно высоки. Его доля в уловах мальковой волокушей составила 8 % по численности и 6 % по биомассе; в уловах ставными сетями — 10 и 3,2 % соответственно.

В уловах длина тела речного окуня колебалась от 4,5 до 17,5 см, а масса варьировала в пределах 1,3—120,6 г. В уловах мальковой волокушей преобладали сеголетки длиной тела от 4 до 6 см. В сетных уловах доминировали рыбы трёхлетнего и четырёхлетнего возраста, линейные характеристики которых изменялись в пределах 12—16 см.

Возрастная структура популяции речного окуня в уловах из верхней части Краснодарского вдхр. была представлена 5-ю группами: от сеголеток до пятилетних особей. Наиболее многочисленными в экспериментальных уловах кроме сеголеток были трёхлетие и четырёхлетние особи.

Половая структура речного окуня в верхней части Краснодарского вдхр. характеризовалась практически равным соотношением самцов и самок. При этом самцы доминируют в двухлетнем и трёхлетнем возрасте, тогда как самки преобладают среди четырёхлеток и пятилеток.

### Литература

- Абаев Ю.И.** Биологическое обоснование реконструкции ихтиофауны Шапсугского и Шенджийского водохранилищ Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1971.
- Абаев Ю.И.** Товарное рыбоводство на внутренних водоёмах (на примере отдельных водохранилищ и озёр Северного Кавказа). М.: Пищ. пром-сть, 1980.
- Атлас пресноводных рыб России / под ред. Ю.С. Решетникова. М., 2003.
- Липин А.Н.** Пресные воды и их жизнь. М., 1950.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / под ред. В.Е. Боруцкого. М., 1974.

- Мороз В.Н., Спивак Э.Г.** Характеристика нерестового стада, нерест и плодовитость окуня *Perca fluviatilis* L. дельтовых водоёмов Дуная // Вестник зоологии. 1969. № 4. С. 49—54.
- Москул Г.А.** Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. СПб., 1994.
- Москул Г.А.** Рыбы водоёмов бассейна Кубани (определитель). Краснодар, 1998.
- Никитина Н.К., Москул Н.Г.** Биологическое разнообразие современной ихтиофауны Краснодарского водохранилища // Биосфера и человек: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Майкоп, 2001. С. 191—193.
- Пирожников П.Л.** Биологические ресурсы водохранилищ // Сб. тр. АН СССР. Л., 1972. Т. 77. С. 515—588.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных); изд. 4-е. М.: Пищ. пром-сть, 1966.
- Сакун О.Ф., Буцкая Н.А.** Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск: Кн. изд-во, 1968.
- Хейсин Е.М.** Краткий определитель пресноводной фауны; изд. 2-е, испр. и доп. М.: Учпедгиз, 1962.

УДК 597.442

## СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ И ЕЁ КОРМОВОЙ БАЗЫ В КАЗАХСТАНСКОМ СЕКТОРЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

А.К. Камелов, Г.С. Улжабаева

ТОО «Казэкопроект», г. Атырау, Республика Казахстан

E-mail: askar.kamelov@mail.ru

Каспийское море является трансграничным водоёмом, на берегах которого расположены пять прикаспийских государств. Казахстанский сектор Каспийского моря (КСКМ) включает в себя восточные части Северного и Среднего Каспия.

Здесь обитает шесть видов осетровых рыб — белуга *Huso huso*, севрюга *Acipenser stellatus*, русский осётр *Acipenser gueldenstaedtii*, персидский осётр *Acipenser persicus*, шип *Acipenser nudiventris* и стерлядь *Acipenser ruthenus*.

Имевшие место в конце XX — начале XXI вв. негативные антропогенные воздействия на экосистему Каспийского моря и его обитателей, привели к тому, что к настоящему времени численность и запасы осетровых рыб в море снились до критических величин. Встал вопрос о сохранении генофонда этих рыб на Каспии.

Основным кормовым объектом большинства осетровых рыб в Каспийском море является макрозообентос. Его видовое разнообразие, численность и биомасса подвержены значительным колебаниям под воздействием природных и антропогенных факторов. Особую актуальность этот вопрос приобретает в настоящее время, в связи с возросшим в бас-

сейне антропогенным воздействием, в числе которых расширяющиеся масштабы разработки морских нефтегазовых месторождений.

С 2010 г. в бассейне Каспия введён технический мораторий на промышленный вылов этих рыб, и они вылавливаются только в целях искусственного воспроизводства. Однако браконьерство продолжает процветать.

В целях оценки современной ситуации, нами в 2016 г. были проведены исследования состояния популяций осетровых рыб в КСКМ, а также их кормовой базы.

Наибольшей по численности среди осетровых рыб в КСКМ, как и по всему морю, является популяция русского осётра. В исследовательских уловах были зарегистрированы особи размерами от 37 до 112 см, средняя длина составила 82 см. Масса рыб изменялась от 0,3 до 5,9 кг (средняя масса — 2,8 кг). Все выловленные осётры были неполовозрелыми.

Осётр нагуливается летом на участках моря с глубинами от 4 до 8 м, с температурой придонных слоёв 25—27 °С и солёностью 6—9 ‰. Предпочитает придонные слои и является бентофагом. Спектр питания осётра в Северном Каспии включает червей, ракообразных, моллюсков, личинок насекомых и рыбу.

Исследования кормовой базы осетро-



вых рыб показали, что в составе донных сообществ КСКМ в 2016 г. были зарегистрированы беспозвоночные животные, относящиеся к 5 группам: Crustacea (42 таксона), Vermes (6 таксонов), Mollusca (6), Insecta (1) и Others (4).

В летний период кормовая база бентосоядных рыб включала в себя все выявленные таксоны за исключением *Balanus improvises* и *Mytilaster lineatus*. Осенью весь зообентос данной акватории был кормовым.

Характерной особенностью сезонных изменений состояния зообентоса в исследуемый период было уменьшение видового разнообразия (на 28 видов), численности (в 1,3 раза) и биомассы организмов (в 1,9 раза) от лета к осени, что свидетельствует о хорошей выедаемости гидробионтов рыбами. Сезонное уменьшение видового разнообразия наиболее ярко было выражено у Crustacea.

По состоянию развития зообентоса пастбища КСКМ для осетровых рыб-бентофагов можно оценить, как среднепродуктивные. Наиболее благоприятными кормовыми угодами явились мелководья (до 6,0 м), на которых развивалась основная масса слабо солоноватоводных комплексов моллюсков и ракообразных — основного источника откорма рыб-бентофагов. По численности в оба сезона доминировали черви (в среднем — 65,5 %), по биомассе — моллюски (в среднем — 40,7 %).

В целом, видовой состав и количественные показатели макрозообентоса характеризуют кормовую базу казахстанского сектора Каспийского моря как благоприятную для нагула бентосоядных осетровых рыб.

Размерно-весовые показатели, характеризующие качественное состояние популяции осётра в казахстанском секторе (см. таблицу), в последние годы существенно снизились (Камелов, Попов, Зыков, 2010). Одна из основных причин такого снижения — изъ-

ятие крупных половозрелых особей браконьерским промыслом в море.

Белуга нагуливается в основном на свалах Новинского осередка, Маслинской косы и в западной части Уральской Бороздины. К основным природным факторам, определяющим распределение белуги в пределах КСКМ следует отнести температурный режим водоёма и его кормовую базу. При благоприятных летних температурах (25—27 °С) основная масса белуги нагуливается на глубинах от 4 до 7 м.

В отношении кормовой базы можно отметить, что с понижением в море численности основного прежде объекта питания вида — кильки, в рационе белуги начала доминировать вобла, численность которой на исследуемых площадях возросла. И в настоящий период пространственное распределение белуги в значительной мере совпадает с распределением её основного объекта питания: взрослых особей воблы.

Следует отметить, что за пять последних лет исследований, в 2016 г. впервые была выловлена белуга.

Севрюга — наиболее теплолюбивая рыба, предпочитает для нагула хорошо прогреваемые воды Северного Каспия, образуя наибольшие концентрации в пределах зон с температурой воды 24—26 °С. Все зафиксированные в уловах севрюги были неполовозрелыми и имели размеры от 63 до 76 см (средняя 69,5 см) и массу от 0,4 до 1,0 кг (средняя 0,72 кг).

На восточной акватории Северного Каспия севрюга в массе встречается на свалах Новинского осередка, Трёхбратинской косы и у о. Укатный. Однако наибольшие концентрации этого вида на северо-востоке Каспийского моря были зафиксированы в районе Уральской Бороздины. Основными объектами питания вида являлись ракообразные (Copepodiidae) и черви, главным образом — *Nereis*

Качественные показатели русского осётра в казахстанском секторе Каспийского моря

Год	Абсолютная длина, см	Масса, кг	Доля самок, %	Упитанность по Фультону	Коэффициент зрелости, %
2002	109,7	8,2	42,9	0,53	1,38
2003	110,4	8,4	76,9	0,49	1,18
2008	96,1	3,1	60,0	0,46	0,72
2009	80,8	2,8	71,7	0,45	0,53
2016*	82,0	2,8	—	0,51	—

\* — выловленные осетровые после промеров выпускались в живом виде

*diversicolor*. Наиболее кормным для севриги является в последние годы восточный район Северного Каспия. Летом в Северо-восточном Каспии районы обитания севриги стабильны. Ареал распространения — вдоль изобат 3—8 м, с температурой от 20 до 26 °С.

В последние годы в морских научно-исследовательских орудиях лова севрига или не встречается вообще или встречается в единичных количествах, что подтверждает дальнейшее ухудшение состояния популяции.

При угрожающем снижении численно-

сти осетровых рыб произошли значительные изменения в их распределении по морю. На традиционных местах скопления плотность их концентраций значительно снизилась до величин, когда рыбу нельзя учесть с помощью применяемых методов (Ходоревская, Судаков, Романов, 2007).

Материалы исследований свидетельствуют об угрожающем состоянии популяции осетровых в казахстанском секторе Каспийского моря и необходимости принятия неотложных мер по сохранению этих уникальных рыб.

### Литература

**Камелов А.К., Попов Н.Н., Зыков Л.А.** Современное состояние осетровых рыб в северо-восточной части Каспийского моря // АГУ им. Х. Досмухамедова — региональная наука и образование: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию АГУ им. Х. Досмухамедова, октябрь 2010 г. Атырау, 2010. Т. 2. С. 315—317.

**Ходоревская Р.П., Судаков Г.А., Романов А.А.** Современное состояние запасов водных биологических ресурсов Каспийского бассейна // Вопросы рыболовства. 2007. Т. 8, № 4 (32). С. 608—622.

УДК 574.587

## ЗООПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ ВОДОЁМОВ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Г.И. Карнаухова, А.С. Злотников

*Краснодарское отделение ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Краснодар, Россия*

E-mail: gik23@mail.ru

Рыбопродуктивность водоёмов комплексного назначения определяется жизнедеятельностью сообществ гидробионтов, являющихся кормовыми объектами для рыб. Одним из важнейших звеньев являются планктонные беспозвоночные, которые играют большую роль в питании молоди на ранних стадиях практически всех видов рыб.

Полученные данные о фауне планктонных животных и их значении в питании рыб исследованных водоёмов имеют практический интерес для их рыбохозяйственного освоения и рационального использования.

Исследования зоопланктонного сообщества в водохранилищах Ставропольского края практически не велись (Олейников, 2008; Карнаухова, Злотников, 2017). Однако большой интерес представляет процесс формирования кормовой биопродукции зоопланктона, его видовой состав, количественное развитие и распределение по сезонам.

Ставропольский край располагает значительным фондом пресноводных водоёмов, который превышает 50 тыс. га и насчитывает около 100 водохранилищ с суммарной ёмкостью 2,2 км<sup>3</sup>. Как правило, водохранилища расположены в руслах рек.

Следует отметить, что зоопланктонное сообщество в водоёмах комплексного назначения представляет собой разнообразный комплекс. Зоопланктон водоёмов представляет собой устойчивые группы организмов, существование которых поддерживается определённой организацией, прежде всего, способностью к быстрой сезонной перестройке путём смены одних видов и таксономических групп другими.

Для изучения зоопланктона использовали планктонную сеть (ячей сита № 64) через которую фильтровали 100 л воды. Воду для фильтрации брали в разных участках водоёма. Отобранную пробу фиксировали 4 % раствором формалина. Камеральная обработка проб

## Видовой состав планктонофауны исследованных водоёмов

Таксон	Водохранилище			
	1	2	3	4
<b>Cladocera</b>				
<b>Отр. Daphniiformes</b>				
<b>Сем. Bosminidae</b>				
1. <i>Bosmina coregoni</i> (BAIRD, 1857)	+	+	+	—
2. <i>Bosmina longispina</i> (LEYDIG, 1860)	+	+	—	+
3. <i>Bosmina longirostris</i> (MÜLLER, 1785)	+	+	+	+
<b>Сем. Chydoridae</b>				
4. <i>Alona affinis</i> (LEYDIG, 1860)	+	+	+	+
5. <i>Alona costata</i> (SARS, 1862)	+	+	+	—
6. <i>Allonella nana</i> (BAIRD, 1850)	+	+	—	+
7. <i>Chydorus sphaericus</i> (MÜLLER, 1785)	+	+	+	—
8. <i>Graptoleberis testudinaria</i> (SARS, 1862)	+	+	—	+
9. <i>Monospilus dispar</i> (SARS, 1862)	+	—	—	+
10. <i>Pleuroxus aduncus</i> (JURINE, 1820)	+	+	+	+
11. <i>Tretocephala ambigua</i> (LILLEBORG, 1901)	+	+	+	+
<b>Сем. Daphniidae</b>				
12. <i>Ceriodaphnia affinis</i> (LILLJEBORG, 1900)	+	+	+	+
13. <i>Ceriodaphnia reticulate</i> (JURINE, 1820)	+	—	+	+
14. <i>Daphnia longispina</i> (MÜLLER, 1785)	+	+	+	+
15. <i>Daphnia magna</i> (STRAUS, 1820)	+	+	+	+
16. <i>Daphnia pulex</i> (LEYDIG, 1860)	+	+	+	+
17. <i>Daphnia cucullata</i> (SARS, 1862)	+	+	+	+
18. <i>Simocephalus vetulus</i> (MÜLLER, 1776)	+	—	—	+
<b>Сем. Moinidae</b>				
19. <i>Moina rectirostris</i> (LEYDIG, 1860)	+	+	+	—
<b>Сем. Sididae</b>				
20. <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (LIEVIN, 1848)	+	—	—	+
21. <i>Sida crystalline</i> (MÜLLER, 1776)	+	+	+	+
<b>Сем. Leptodoridae</b>				
22. <i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	+	+	+
<b>Copepoda</b>				
<b>Отр. Polyphemiformes</b>				
<b>Сем. Diaptomidae</b>				
23. <i>Eudiaptomus gracilis</i> (SARS, 1863)	+	+	+	+
24. <i>Paracyclops affinis</i> (SARS, 1863)	+	+	—	+
25. <i>Acanthodiaptomus denticornis</i> (WIERZEJSKI, 1887)	+	+	+	+
26. <i>Simocephalus vetulus</i> (MÜLLER, 1776)	+	—	+	+
27. <i>Cyclops vicinus</i> (ULJANIN, 1875)	+	+	+	+
28. <i>Acanthocyclops vernalis</i> (FISCHER, 1853)	+	+	+	+
<b>Rotifera</b>				
<b>Отр. Transversiramida</b>				
<b>Сем. Brachionidae</b>				
29. <i>Brachionus calyciflorus</i> (PALLAS, 1766)	+	+	+	+
30. <i>Brachionus angularis</i> (GOSSE, 1851)	+	+	+	+
31. <i>Brachionus falcatus</i> (ZACHARIAS, 1898)	+	+	+	+
32. <i>Keratella quadrata</i> (ECKSTEIN, 1895)	+	+	+	+
<b>Сем. Colurellidae</b>				
33. <i>Colurella colurus</i> (EHRENBERG, 1830)	+	—	—	+
<b>Отр. Protoramida</b>				
<b>Сем. Conochilidae</b>				
34. <i>Conochilus hippocrepis</i> (ROUSSELET, 1892)	+	+	+	+
<b>Ostracoda</b>				
<b>Отр. Podocopida</b>				
<b>Сем. Cyprididae</b>				
35. <i>Cypricercus affinis</i> (FISHER, 1851)	—	+	+	+
36. <i>Heterocypris</i> sp.	—	+	+	—
<b>Всего видов:</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>31</b>

Примечание — 1 — Новотроицкое; 2 — Волчьи Ворота; 3 — Мокрая Буйвола; 4 — Отказненское

проводилась в лабораторных условиях, счётно-весовым методом. Подсчёт организмов производится в камере Богорова, с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10. Численность зоопланктона выражали в экземплярах на 1 м<sup>3</sup>, биомассу — в граммах на 1 м<sup>3</sup>. Биомасса организмов рассчитывается по уравнению степенной зависимости массы организма от длины тела (Балушкина, Винберг, 1979). Для идентификации видов использованы определители (Определитель ... , 1969; Кутикова, 1970; Тевяшова, 2009).

Важным фактором, влияющим на величину биологической продуктивности водоёмов комплексного назначения, оказывает морфометрия. Морфометрические показатели определяют форму и размеры водоёма. Характерная особенность водохранилищ, особенно созданных в руслах рек, является не только увеличение акватории, но и значительная изменчивость в годовом цикле уровневого режима. Наиболее значительные колебания уровня в водоёмах характерны для весеннего периода, когда происходит их наполнение и интенсивный прогрев воды. Особенности весны имеют большое значение в развитии биологических процессов, размножении и развитии не только рыбного населения и других гидробионтов. В летне-осенний период в русловых водохранилищах наблюдаются существенные колебания уровня воды.

В составе планктофауны водоёмов комплексного назначения Ставропольского края отмечено наличие 36 видов зоопланктона, из них коловраток (Rotifera) — 6, ветвистоусых ракообразных (Cladocera) — 22, веслоногих ракообразных (Copepoda) — 6 и ракушковых рачков (Ostracoda) — 2, 17 видов планктёров встречаются регулярно (см. табл. 1).

Изменение кормности водоёмов в течение вегетационного периода определяется сезонной динамикой отдельных видов зоопланктона. Ветвистоусые рачки давали значительно меньшую биомассу, также незначительные количественные показатели отмечались у сообщества планктонных коловраток. Самая значительная доля в биомассе планктона приходилась на веслоногих рачков.

Средняя биомасса зоопланктона за вегетационный период по водоёмам значительно различается. Во все сезоны в зоопланктонном

сообществе преобладают копеподы, которые составляют основу биомассы (до 91,6 %). В осенний период в зоопланктоне увеличивается численность и биомасса коловраток. Максимальное развитие кладоцер отмечено только в весенний период (см. табл. 2).

Зоопланктон водохранилищ можно охарактеризовать как лимнофильный, об этом свидетельствует, прежде всего, видовой состав. Подавляющее большинство отмеченных видов относится к озёрным формам, также установлено преобладание рачкового планктона над коловратковым. Биомасса коловраток не превышает в среднем 2,2 % от общего значения зоопланктона.

В водоёмах комплексного назначения отмечается 2 пика развития зоопланктона: весенний максимум в мае и осенний максимум в октябре. В остальные сезоны года общие показатели численности и биомассы зоопланктона значительно ниже.

При сравнении водохранилищ по величинам биомассы зоопланктона наиболее богатым оказалось Мокрая Буйвола, далее Волчьи Ворота и Отказненское. Значительно ниже биомасса в Новотроицком водохранилище.

Анализ многолетних данных динамики численности и биомассы зоопланктона в водоёмах комплексного назначения показал, что Новотроицкое водохранилище, по классификации и рыбохозяйственной оценке кормовой базы (зоопланктон) относится к малокормным водоёмам, Волчьи Ворота, Мокрая Буйвола и Отказненское — к высококормным.

Субдоминантами являлись: *Daphnia cucullata*, *Keratella quadrata*, *Eudiaptomus gracilis*, *Bosmina longirostris*, *Simocephalus vetulus* и *Alona affinis*. Среди циклопов почти во всей акватории водоёмов постоянно и массовом количестве встречаются *Cyclops vicinus* и *Acanthocyclops vernalis*. Остальные виды циклопов играли незначительную роль в продукционных процессах водохранилищ.

Ветвистоусые рачки, представленные в основном *Daphnia cucullata* и *Bosmina longirostris*, присутствовали в основном в центральной части водохранилища и давали относительно небольшую численность и биомассу.

Ротаториофауна исследованных водоёмов слагается из широко распростра-

Таблица 2

Численность (в числителе, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (в знаменателе, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона

Группы организмов	Сезон	Водохранилище			
		Новотроицкое	Волчьи Ворота	Мокрая Буйвола	Отказненское
Rotifera	весна	<u>6,9</u>	<u>19,2</u>	<u>16,0</u>	<u>4,0</u>
		2,7	7,4	6,1	1,6
	лето	<u>2,5</u>	<u>6,7</u>	<u>13,7</u>	<u>2,2</u>
		1,0	2,6	5,5	0,9
	осень	<u>6,7</u>	<u>63,0</u>	<u>5,4</u>	<u>1,2</u>
		2,7	24,9	2,1	0,5
Среднее по сезонам:		<u>5,4</u>	<u>29,6</u>	<u>11,7</u>	<u>2,5</u>
		<b>2,1</b>	<b>11,6</b>	<b>4,6</b>	<b>1,0</b>
Copepoda	весна	<u>17,2</u>	<u>68,7</u>	<u>85,7</u>	<u>31,7</u>
		62,5	247,9	337,9	112,5
	лето	<u>8,9</u>	<u>12,7</u>	<u>120,5</u>	<u>41,0</u>
		32,5	52,5	461,7	491,3
	осень	<u>20,5</u>	<u>71,0</u>	<u>31,0</u>	<u>9,7</u>
		78,3	271,3	122,5	37,5
Среднее по сезонам		<u>15,5</u>	<u>50,8</u>	<u>79,1</u>	<u>27,5</u>
		<b>57,8</b>	<b>190,6</b>	<b>307,4</b>	<b>104,6</b>
Cladocera	весна	<u>3,5</u>	<u>21,0</u>	<u>8,8</u>	<u>2,5</u>
		21,0	145,3	58,3	15,0
	лето	<u>0,4</u>	<u>6,2</u>	<u>8,3</u>	<u>4,0</u>
		2,0	43,0	52,7	24,0
	осень	<u>1,4</u>	<u>27,8</u>	<u>5,3</u>	<u>0,8</u>
		8,0	71,0	33,3	5,0
Среднее по сезонам:		<u>1,7</u>	<u>18,4</u>	<u>7,5</u>	<u>2,5</u>
		<b>10,3</b>	<b>120,9</b>	<b>48,1</b>	<b>14,7</b>
Средняя численность и биомасса по сезонам:					
Весна		<u>27,6</u>	<u>108,9</u>	<u>110,5</u>	<u>38,2</u>
		86,2	400,6	402,3	129,1
Лето		<u>11,8</u>	<u>25,6</u>	<u>142,5</u>	<u>47,2</u>
		35,5	98,1	519,9	516,2
Осень		<u>28,6</u>	<u>161,8</u>	<u>41,7</u>	<u>11,7</u>
		89,0	367,2	157,9	43,0
Общая численность и биомасса:		<u>22,7</u>	<u>98,8</u>	<u>98,3</u>	<u>32,4</u>
		<b>70,2</b>	<b>288,7</b>	<b>360,1</b>	<b>229,5</b>

нённых, преимущественно космополитных видов, облигатно-планктонных и фитофильно-планктонных. Среди доминирующих видов коловраток, периодически в прибрежной части массового развития достигала *Keratella quadrata* и *Brachionus calyciflorus*.

В пробах отобранных в прибрежной зоне на границе воды с куртинами водо-воздушной растительности отмечены рачки двух видов подкласса Ostracoda, из которых определить видовую принадлежность удалось только у представителя рода *Cypricercus*.

Размер кормовых организмов увеличивается от весны к лету соответственно падению численности коловраток, росту науплиев — их переходу в копеподитные стадии

и появлению большого количества крупных ветвистоусых и веслоногих.

Была проведена оценка степени сходства биологического разнообразия планктонофауны водоёмов, которую вычисляли с помощью коэффициента Жаккара, рассчитанного по формуле (1):

$$K_j = \frac{c}{a+b-c}, \quad (1)$$

где  $a$  — число видов в одном водоёме;  $b$  — число видов в другом водоёме;  $c$  — число видов, общих для двух водоёмов.

Коэффициенты Жаккара, рассчитанные для исследованных водоёмов, показали, что наибольшее видовое сходство имеют водо-

хранилища Новотроицкое — Волчьи Ворота (0,78) и Волчьи Ворота — Мокрая Буйвола (0,76), максимальные различия отмечены в водоёмах Новотроицкое — Мокрая Буйвола (0,63) и Мокрая Буйвола — Отказненское (0,64).

Проведённые исследования свидетельствуют о стабильности зоопланктонного сообщества, а отмеченные структурные изменения в

его функционировании имеют сезонную зависимость. В целом приведённые данные характеризуют качественное разнообразие планктонной фауны и указывают на определённые различия в составе зоопланктона, которые обусловлены особенностями гидрологического и гидрохимического режимов, свойственных отдельным водоёмам.

### Литература

**Балушкина Е.В., Винберг Г.Г.** Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169—172.

**Карнаухов Г.И., Злотников А.С.** Зоопланктон Новотроицкого водохранилища // Результаты рыбохозяйственных исследований в Азово-Черноморском бассейне за 2014—2015 гг.: сб. тр. АзНИИРХ. Ростов н/Д, 2017. Т. 1. С. 71—85.

**Кутикова Л.А.** Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970.

**Олейников А.А.** Производство рыбопосадочного материала в водоёмах комплексного назначения: автореф. дис. ... канд. с\х наук. Черкесск, 2008.

Определитель фауны Чёрного и Азовского морей / под ред. В.А. Водяницкого: в 3 т. Т. 2. Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. Киев: Наукова думка, 1969.

**Тевяшова О.Е.** Сбор обработка зоопланктона в рыбоводных водоёмах. Методическое руководство (с определителем основных пресноводных видов). Ростов н/Д: ФГУП «АзНИИРХ», 2009.

УДК 639.2/3

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ НЕКОТОРЫХ ВОДОЁМОВ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Г.И. Карнаухов, А.В. Каширин

*Краснодарское отделение ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Краснодар, Россия*

E-mail: gik23@mail.ru

Целью работы являлось изучение популяций рыб в водохранилищах Новотроицком, Отказненском, Волчьи Ворота и озере Мокрая Буйвола. На современном этапе развития водоёмов комплексного назначения произошли значительные изменения, как в водном режиме, так и в продуктивности их биоценозов. Гидростроительство на природных водотоках привело к изменениям в ихтиофауне. Некоторые виды исчезли, численность других сократилась или значительно возросла, появились новые виды.

Материал по составу ихтиофауны водоёмов комплексного назначения Ставропольского края и структура уловов собран в 2010—2017 гг. Обследовано четыре водоёма. Лов рыбы проводили закидными неводами,

ставными сетями и мальковой волокушей длиной 15 м (ячей 6,5 мм) на 3—4 станциях в каждом водном объекте. Всего проанализировано 11 752 экз. рыб. Для объективной оценки относительной численности вида в уловах принимали деление их по значимости (Терещенко, Надиров, 1996): редкий вид — < 0,1 %, малочисленный — 0,1—1,0 %, обычный — 1,1—5,0 %, субдоминант — 5,1—10,0, доминант — > 10,0, супердоминант — > 50,0 % от общей численности улова.

Для описания видовой структуры уловов рыб использован показатель, основанный на функции Шеннона —  $H$  (1) (Терещенко В.Г., Терещенко Л.И., Сметанин, 1994):

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

где  $p_i$  — доля  $i$ -го вида по численности;  $N$  — число видов в улове.

Индекс Шеннона (H) реагирует как на изменение числа видов, так и на перераспределение их численности и характеризует реальный уровень разнообразия (Shannon, 1948). Степень сходства биологического разнообразия ихтиофауны водоёмов вычислялась с помощью коэффициента Жаккара, который рассчитывался по формуле (2):

$$K_j = \frac{c}{a+b-c}, \quad (2)$$

где  $a$  — число видов в одном водоёме;  $b$  — число видов в другом водоёме;  $c$  — число видов, общих для двух водоёмов.

Экологические группы рыб по характеру размножения приведены по С.Г. Крыжановскому (1949).

Антропогенное вмешательство в естественные водные экосистемы рек Егорлык, Кума, Томузловка и Мокрая Буйвола, а именно создание плотин и объединение их с водными системами других рек повлекло за собой изменение в составе ихтиофауны. Видовой состав ихтиофауны исследованных водоёмов первоначально формировался за счёт аборигенных видов рыб, населявших реки. Дальнейшая эксплуатация водоёмов комплексного назначения как рыбохозяйственных объектов привела к появлению чужеродных и акклиматизированных видов.

Таблица 1

Видовой состав ихтиофауны обследованных водоёмов комплексного назначения

Вид рыбы	Водоём			
	1	2	3	4
<b>Отр. Осетрообразные (Acipenseriformes)</b>				
<b>Сем. Осетровые (Acipenseridae)</b>				
1. Стерлядь ( <i>Acipenser ruthenus</i> LINNAEUS, 1758)	Р	—	—	—
<b>Отр. Лососеобразные (Salmoniformes)</b>				
<b>Сем. Щуковые (Esocidae)</b>				
2. Щука ( <i>Esox lucius</i> LINNAEUS, 1758)	О	О	О	О
<b>Отр. Карпообразные (Cypriniformes)</b>				
<b>Сем. Карповые (Cyprinidae)</b>				
3. Леци ( <i>Abramis brama</i> LINNAEUS, 1758)	О	Д	Д	О
4. Плотва ( <i>Rutilus rutilus</i> LINNAEUS, 1758)	СубД	СубД	СубД	СуперД
5. Уклея ( <i>Alburnus alburnus</i> LINNAEUS, 1758)	СуперД	СуперД	СуперД	СуперД
6. Верховка ( <i>Leucaspis delineatus</i> HECKEL, 1843)	М	Р	Р	—
7. Сазан ( <i>Cyprinus carpio</i> LINNAEUS, 1758)	О	Д	О	Д
8. Серебряный карась ( <i>Carassius auratus</i> LINNAEUS, 1758)	СуперД	СуперД	СуперД	СуперД
9. Золотой карась ( <i>Carassius carassius</i> LINNAEUS, 1758)	—	Р	Р	—
10. Шемая ( <i>Chalcalburnus chalcoides</i> GULDENSTAEDET, 1772)	Р	Р	—	—
11. Кубанский усач ( <i>Barbus tauricus kubanicus</i> BERG, 1912)	Р	Р	—	—
12. Северокавказский длинноусый пескарь ( <i>Romanogobio ciscaucasicus</i> BERG, 1932)	Р	—	—	—
13. Кавказский голавль ( <i>Leuciscus cephalus orientalis</i> NORDMANN, 1840)	Р	Р	—	—
14. Краснопёрка ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> LINNAEUS, 1858)	О	О	О	М
15. Линь ( <i>Tinca tinca</i> LINNAEUS 1758)	—	—	Р	—
16. Рыбец ( <i>Vimba vimba</i> LINNAEUS, 1758)	Р	Р	—	—
17. Чёрный амур ( <i>Mylopharyngodon piceus</i> RICHARDSON, 1846)	Р	—	—	—
18. Белый амур ( <i>Stenopharyngodon idella</i> VALENCIENNES, 1844)	М	О	О	О
19. Белый толстолобик ( <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> VALENCIENNES, 1844)	М	СуперД	СуперД	СуперД
20. Пёстрый толстолобик ( <i>Aristichthys nobilis</i> RICHARDSON, 1846)	М	М	М	М
21. Горчак ( <i>Rhodeus sericeus</i> PALLAS, 1776)	Р	—	—	—
<b>Сем. Чукучановые (Catostomidae)</b>				
22. Малоротый буйвола ( <i>Ictiobus bubalus</i> RAFINESQUE, 1819)	Р	—	—	—

Окончание табл. 1

Вид рыбы	Водоём			
	1	2	3	4
<b>Отр. Сомообразные (Siluriformes)</b>				
<b>Сем. Сомовые (Siluridae)</b>				
23. Обыкновенный (европейский) сом ( <i>Silurus glanis</i> LINNAEUS, 1758)	М	М	М	М
<b>Сем. Кошачьи сомы (Ictaluridae)</b>				
24. Канальный сомик ( <i>Ictalurus punctatus</i> RAFINESQUE, 1818)	Р	—	—	—
<b>Отр. Колюшкообразные (Gasterosteiformes)</b>				
<b>Сем. Колюшковые (Gasterosteidae)</b>				
25. Трёхиглая колюшка ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> LINNAEUS, 1758)	О	—	—	—
<b>Отр. Иголообразные (Syngnathiformes)</b>				
<b>Сем. Иголовые (Syngnathidae)</b>				
26. Черноморская пухлощёкая рыба-игла ( <i>Syngnathus nigrolineatus</i> EICHWALD, 1831)	Р	—	—	—
<b>Отр. Окунеобразные (Perciformes)</b>				
<b>Сем. Окунёвые (Percidae)</b>				
27. Обыкновенный ёрш ( <i>Gymnocephalus cernuus</i> LINNAEUS, 1758)	Р	—	—	—
28. Окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> LINNAEUS, 1758)	СубД	СуперД	СуперД	СуперД
29. Судак ( <i>Stizostedion lucioperca</i> RAFINESQUE, 1820)	О	СубД	СубД	М
<b>Сем. Цихлиды (Cichlidae)</b>				
30. Голубая тилапия ( <i>Oreochromis aureus</i> STEINDACHNER, 1864)	Р	—	—	—
<b>Сем. Бычковые (Gobiidae)</b>				
31. Бычок-песочник ( <i>Neogobius fluviatilis</i> PALLAS, 1814)	М	Р	—	—
32. Бычок-кругляк ( <i>Neogobius melanostomus</i> PALLAS, 1814)	М	О	Р	—
33. Речной бычок Родииона ( <i>Neogobius rhodionii</i> VASIL'eva & VASIL'ev, 1994)	О	Д	О	Р

Примечание — 1 — Новотроицкое вдхр.; 2 — Отказненское вдхр.; 3 — Вдхр. Волчьих Ворота; 4 — Оз. Мокрая Буйвола; О — обычный; М — малочисленный; Р — редкий; Д — доминант; СубД — субдоминант; СуперД — супердоминант

Всего в водоёмах комплексного назначения обнаружено 33 вида рыб из 30 родов и 9 семейств (табл. 1). Названия рыб приведены в соответствии с Атласом пресноводных рыб России (2002).

На основании проведённых исследований составлен перечень рыб, населяющих водоёмы комплексного назначения: 9 видов аборигенных рыб: щука, плотва, уклея, сазан, серебряный карась, золотой карась, краснопёрка, линь, окунь. Из них наиболее редкими являются линь и золотой карась. 20 видов чужеродных рыб: стерлядь, лещ, верховка, шемая, рыбец, кубанский усач, кавказский голавль, горчак, судак, ёрш, речной бычок, бычок-кругляк, бычок-песочник, черноморская пухлощёкая рыба-игла, голубая тилапия, малоротый буффало, северокавказский длинноусый пескарь, сом, канальный сомик. Устойчивую и многочисленную популяцию создал только лещ. 4 вида акклиматизантов:

белый и пёстрый толстолобики, белый и чёрный амур. Такие виды как стерлядь, голубая тилапия, малоротый буффало и канальный сомик попали в Новотроицкое водохранилище благодаря потерям в ходе технологического обслуживания теплового рыбного хозяйства, действующего на территории Ставропольской ГЭС. Таким образом, таксономический состав ихтиофауны исследованных водоёмов включает 33 вида, из которых 24 являются чужеродными.

Состав и структура водной биоты, как компоненты биоразнообразия, могут быть оценены с помощью различных критериев. Индекс Шеннона может служить обобщающим показателем биологического разнообразия и эффективно используется при сравнении отдельных биот. Значение индекса Шеннона возрастает как при увеличении числа видов, так и при увеличении равенства между ними по числу особей. Иными слова-



Таблица 2

Матрица коэффициентов сходства биологического разнообразия ихтиофауны обследованных водоёмов

Водоём	Новотроицкое вдхр.	Отказненское вдхр.	Вдхр. Волчьи Ворота	Оз. Мокрая Буйвола
Новотроицкое вдхр.	—	0,66	0,49	0,45
Отказненское вдхр.	—	—	0,77	0,64
Вдхр. Волчьи Ворота	—	—	—	0,78

ми, индекс Шеннона тем выше, чем выше общее число видов, и чем выше доля тех из них, которые представлены значительным числом особей.

Индексы Шеннона, рассчитанные для исследованных водоёмов, показали, что наибольшее видовое разнообразие характерно для водохранилищ Новотроицкое и Отказненское — 3,9 и 3,81 соответственно. В водоёмах Волчьи Ворота и Мокрая Буйвола индексы Шеннона составили 3,13 и 2,95 соответственно. Видовое разнообразие того или иного рыбного сообщества является показателем его экологического состояния. В благоприятных условиях формируются богатые по числу видов биоценозы, которые отличаются полидоминантностью, то есть высокими показателями численности и биомассы, которые характеризуются 4—7 видами.

Степень сходства биологического разнообразия ихтиофауны водоёмов вычислена с помощью коэффициента Жаккара, который даёт относительные величины и соответствует действительно имеющим место различиям. Также этот коэффициент целесообразно использовать когда сравнивается более двух водоёмов, уровень биоразнообразия между которыми приблизительно одинаков.

Значение коэффициента Жаккара представлено в матрице сходства видового состава ихтиофауны исследуемых водоёмов (табл. 2). Если коэффициент сходства равен 1, то два рыбных сообщества будут обладать абсолютным сходством, если 0 — то абсолютным различием. Анализируя представленную матрицу коэффициентов Жаккара ихтиологических фаун водоёмов, следует отметить что

максимальное сходство отмечено между водохранилищами Отказненское и Волчьи Ворота (0,77) и между водохранилищем Волчьи Ворота и озером Мокрая Буйвола (0,78).

В целом результаты проведённых исследований показали не значительную изменчивость таксономического состава аборигенной ихтиофауны обследованных водоёмов. В настоящее время ихтиофауну обследованных водоёмов можно считать устоявшейся и сложившейся. Таким образом, по результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Ихтиофауна водоёмов формировалась представителями из 7 отрядов: осетрообразные (Acipenseriformes), лососеобразные (Salmoniformes); карпообразные (Cypriniformes), окунеобразные (Perciformes), сомообразные (Siluriformes), колюшкообразные (Gasterosteiformes), иглообразные (Syngnathiformes). Наиболее многочисленный в видовом отношении отряд карпообразные.

2. Виды, относящиеся к отряду карпообразные, доминируют во всех исследованных водоёмах.

3. Максимальное количество чужеродных видов отмечено в Новотроицком водохранилище.

4. Видами-супердоминантами являются карась серебрястый, окунь, белый толстолобик и укля.

5. Необходимо отметить неравномерное распределение отдельных видов по исследованным водоёмам, наибольшей степенью сходства отмечаются ихтиофауны водохранилища Волчьи Ворота и озера Мокрая Буйвола, а также водохранилищ Волчьи Ворота и Отказненское.

### Литература

- Атлас пресноводных рыб России: в 2 т./ под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002.  
Крыжановский С.Г. Эколого-морфологические закономерности развития карповых, вьюновых и сомовых рыб // Тр. ин-та морфол. животных АН СССР. 1949. Вып. 1. С. 5—332.

**Терещенко В.Г., Терещенко Л.И., Сметанин М.М.** Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообщества // Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: ИПЭЭ РАН, 1994. С. 86—98.

**Терещенко В.Г., Надиров С.Н.** Формирование структуры рыбного населения предгорного водохранилища // Вопр. ихтиол. 1996. Т. 36, вып. 2. С. 169—178.

**Shannon C.E.** A Mathematical Theory of Communication // Bell Systems Technical Journal. July and Oct. 1948. P. 8—111.

УДК 639.2/3

## АБРАУСКАЯ ТЮЛЬКА

Г.И. Карнауков, А.В. Каширин, А.С. Злотников

*Краснодарское отделение ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Краснодар, Россия*

E-mail: gik23@mail.ru

Абрау — самое крупное среди горных озёр Большого Кавказа: оно превосходит по своим размерам знаменитую Большую Рицу и лишь немного уступает оз. Казенойам в Чечено-Ингушетии на Восточном Кавказе. Озеро Абрау расположено на Абрауском полуострове в северо-западной части Кавказского хребта на высоте 84 м над ур. моря.

Экосистема оз. Абрау в последние десятилетия испытывает разноплановое воздействие различных типов биологического загрязнения, которое проявляется в непродуманной интродукции или случайном вселении новых видов. В озеро вселяли осетровых, большеротого чёрного окуня, белого амура, толстолобиков, форель, карпа, раков. Самопроизвольно появились пескарь, ёрш, уклея, горчак, карась.

К настоящему времени некоторые виды образовали устойчивые многочисленные самовоспроизводящиеся популяции, что не могло не привести к изменению структуры ихтиоценоза.

В оз. Абрау обитает эндемический вид — абрауская тюлька, занесённый в Красную книгу Краснодарского края, Российской Федерации и европейский Красный список МСОП как редкий и эндемичный вид по категории и статусу 4 неопределённый по статусу узкоареальный вид.

Первые исследования флоры и фауны оз. Абрау проведены в 1920-х гг. (Арнольди, 1922). Впервые обнаружена, описана и выделена в отдельный вид абрауская тюлька в 1930 г. С.М. Малятским (1930). Изучению со-

става ихтиофауны, биологии некоторых видов рыб и условий их обитания посвящена работа Н.С. Олейникова с соавторами (Оленийков, Широкова, Павлова, 1957).

Несмотря на то, что исследования уникального пресноводного оз. Абрау имеют почти 100-летнюю историю, однако отсутствуют сведения о современном состоянии биоценоза этого водоёма, а также о происхождении фауны этого водоёма. В этой связи были проведены работы по изучению видового состава ихтиофауны, а также их относительной численности. В ходе проведения исследований была предложена гипотеза о происхождении ихтиофауны оз. Абрау и даны предложения по сохранению биоразнообразия рыб в озере.

Ихтиологический материал собирали и обрабатывали по методикам И.Ф. Правдина (1966), Н.И. Чугуновой (1959), Г.В. Никольского (1973).

Лов рыбы проводили конусом диаметром входного отверстия 1,0 м в ночное время по всей площади акватории оз. Абрау на глубине 5,0—9,0 м. Собранный ихтиологический материал подвергался полному биологическому анализу: измеряли, взвешивали, отбирали пробы на возраст и плодовитость.

Данные об ихтиофауне оз. Абрау весьма противоречивы. Одна из первых публикаций по ихтиофауне водоёма относится к 1930-м гг. (Малятский, 1930). Автор впервые обнаружил, описал и на основании сравнения совокупности биометрических показателей выделил абраускую тюльку в отдельный вид,

эндемичный для оз. Абрау. С.М. Малятский определил обнаруженный вид к роду чешуйчатых сардин (*Harengula*), позднее его отнесли к роду тюлек, килек (*Clupeonella*). В составе ихтиофауны оз. Абрау на тот период времени он отметил наличие представителей 7 видов рыб: абрауская тюлька (*Clupeonella abrau*), озёрная форель (*Salmo trutta m. lacustris*), обыкновенный голянь (*Phoxinus phoxinus*), краснопёрка (*Scardinius erythrophthalmus*), орфа язя (*Leuciscus idus L. aberr. orfus*), золотой карась (*Carassius carassius*) и сазан (*Cyprinus carpio*). Причём по сведениям С.М. Малятского, лишь 4 вида являлись аборигенными для озера (абрауская тюлька, обыкновенный голянь, краснопёрка и сазан), остальные были интродуцированы в водоём в разное время (Малятский, 1928).

В 1937 г. Н.С. Олейников (1938), исследуя ихтиофауну оз. Абрау, обнаружил лишь 5 видов: абрауская тюлька, краснопёрка, обыкновенный голянь, сазан и чёрный большеротый окунь (*Microcterus salmoides*). По мнению автора, окунь был выпущен в озеро вместе с молодьёю орфы язя, завезённой из Германии в 1902 г. Однако уже в период проведения этой исследовательской работы живые особи большеротого окуня встречались в водоёме единично и признаков естественного воспроизводства этого вида в озере на тот момент обнаружено не было.

К концу XX в. видовой состав ихтиофауны оз. Абрау кардинально изменился. В 1995—1996 гг. по данным А.С. Чихачёва (1997) в водоёме встречалось уже 13 видов рыб. Форель, язь, голянь и золотой карась в озере обнаружены не были. Было отмечено присутствие абрауской тюльки, краснопёрки, сазана и 10 видов найдено впервые — уклея (*Alburnus alburnus*), южная быстрянка (*Alburnoides bipunctatus fasciatus*), серебряный

карась (*Carassius auratus*), западнокавказский пескарь, туркестанский (*Gobio gobio lepidolaeus*), кавказская верховка (*Leucaspius delineatus delineatus natio caucasicus*), плотва (*Rutilus rutilus*), ёрш (*Gymnocephalus cernuus*). Кроме того, по опросам рыбаков в это время в озере уже отмечены белый (*Hypophthalmichthys molitrix*) и пёстрый (*Aristichthys nobilis*) толстолобики и белый амур (*Ctenopharyngodon idella*).

Позднее (Лужняк, 2002, 2003) в составе ихтиофауны оз. Абрау было отмечено 15 видов рыб. Кроме перечисленных ранее, были обнаружены трёхиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus*) и обыкновенный пескарь (*Gobio gobio*).

В процессе сбора ихтиологического материала во время съёмок в составе ихтиофауны оз. Абрау было отмечено присутствие представителей 12 видов из 5 семейств: абрауская тюлька, уклея, краснопёрка, плотва, сазан, обыкновенный ёрш, серебряный карась, обыкновенный пескарь, туркестанский пескарь, трёхиглая колюшка, сом и горчак.

Абрауская тюлька (сарделька) — *Clupeonella abrau* (МАЛЯТСКИЙ, 1930) до конца 1950-х гг. считался массовым видом, в траловых уловах попадалось 150—200 экз. Современное состояние численности популяции тюльки было неизвестно.

В ходе проведённых обловов в оз. Абрау было выловлено 237 экз. абрауской тюльки, из которых 76 экз. зафиксировано для лабораторных исследований (см. рисунок).

Статистические показатели размерных рядов абрауской тюльки представлены в таблице.

Средняя длина по размерным группам составляет:

- класс 3,0—3,3 см —  $3,2 \pm 0,01$ ;
- класс 3,3—3,6 см —  $3,5 \pm 0,01$ ;

Статистические показатели для размерного ряда абрауской тюльки (N = 237 экз.)

Варианта (середина класса), v	3,2	3,5	3,8	4,05	4,35
Размерный класс, см	3,0—3,3	3,3—3,6	3,6—3,9	3,9—4,2	4,2—4,5
Количество экземпляров	59	81	49	41	7
Частота случаев, %	24,9	34,2	20,6	17,3	3,0
Коэффициент вариации	3,12	2,42	1,97	1,83	1,81
Среднее квадратичное отклонение	0,1	0,08	0,08	0,07	0,08
Ошибка среднего	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03



Абрауская тюлька

класс 3,6—3,9 см —  $3,8 \pm 0,01$ ;  
 класс 3,9—4,2 см —  $4,05 \pm 0,01$ ;  
 класс 4,2—4,5 см —  $4,35 \pm 0,03$ .

Средняя длина по всем размерным классам составляет 3,61 см. На основании полученных данных можно сделать заключение, что средний размер абрауской тюльки по сравнению с литературными данными (Атлас пресноводных рыб России, 2002) уменьшился более чем в два раза — с 7,4 до 3,61 см, максимальный размер тюльки, отловленной в ходе проведённых исследовательских ловов в оз. Абрау, составлял 6,4 см.

Средняя масса абрауской тюльки составляет  $0,459 \pm 0,015$  г.

Средняя плодовитость абрауской тюльки длиной  $3,61 \pm 0,02$  составляет 24,76 тыс. икринок. Соотношение самок и самцов в популяции составляло 1,24 : 1,0 соответственно.

В ходе проведения исследовательских ловов были уточнены некоторые вопросы пространственного распределения абрауской тюльки. Установлено, что тюлька равномерно распределена по всей площади оз. Абрау. В дневное время основная масса тюльки держится в придонных слоях на глубине 8—9 м, в ночное время она поднимается на глубину 4—7 м, где активно питается. В поверхно-

стных слоях (1—2 м) встречаются единичные экземпляры. Принимая во внимание, что общая площадь водоёма с глубинами от 4 м составляет около 78 % акватории озера (125 га), объём воды в котором потенциально может обитать абрауская тюлька составляет 3,75 млн м<sup>3</sup>.

Оценка численности тюльки в оз. Абрау выполнялась комбинированным методом (Кушнаренко, 2006), сочетающим элементы адаптированного для килек виртуально-популяционного анализа.

Весь жизненный цикл абрауской тюльки (размножение, развитие, нагул, зимовка) неразрывно связан исключительно с оз. Абрау. Учётные съёмки, выполненные в июле 2013 г., достаточно полно охватывали ареал вида, а исследовательские уловы позволили характеризовать величину общей численности.

Уловы на исследовательское усилие, получаемое при проведении июльской съёмки в период максимальной плотности скоплений, отражают годовую динамику численности популяции и принимаются за единицу запаса.

Общую численность абрауской тюльки вычисляли по формуле (1):

$$N = n \frac{V_{full}}{V_{fishing}}, \quad (1)$$

где  $N$  — общая численность особей, экз.;  $n$  — численность особей на исследовательское усилие, экз.;  $V_{full}$  — потенциальный объём слоя воды, в котором обитает абрауская тюлька,  $m^3$ ;  $V_{fishing}$  — объём воды, облавливаемый при исследовательском лове,  $m^3$ .

Входными данными для расчёта численности являлись:

- улов на исследовательское усилие 59,3 экз./лов;

- размерно-массовый, возрастной и половой составы рыб в улове, двухлетки — 152 экз. (самки — 68 экз., самцы — 84 экз.), сеголетки — 85 экз.;

- общий объём исследовательского облова — 100  $m^3$ ;

- потенциальный объём сосредоточения абрауской тюльки — 3,75 млн  $m^3$ .

$$N = 59,3 \cdot 3\,750\,000 / 100 = 2\,223\,750 \text{ экз.}$$

Количество половозрелых особей в популяции по результатам исследовательских ловов составляет 84,1 % или 1 870,2 тыс. экз. Половое соотношение в популяции 1,25♀♀ : 1,0♂♂ или 1039,0 тыс. экз. — самки и 831,2 тыс. экз. — самцы.

Средняя плодовитость абрауской тюльки около 25,0 тыс. икринок. Количество ежегодно выметанной икры не превышает 26,0 млрд икринок. При расчётах использован промысловый возврат от икры по аналогии с азовской тюлькой — 0,003 % (Методика ... , 2011). Таким образом, можно ожидать ежегодное пополнение популяции абрауской тюльки в количестве 780,0 тыс. экз.

Естественная смертность является одним из важнейших показателей, определяющих динамику численности и биомассы популяций во времени. Знание естественной смертности абрауской тюльки позволит решать важные прикладные задачи, касающиеся оценки и разработки подходов к её сохранению, путём оптимизации естественного воспроизводства в сложившихся экологических условиях водоёма.

Несомненно естественная смертность связана с темпами воспроизводства и скоростью продуцирования биомассы, поэтому её величина может быть определена по показателям

линейного и весового роста рыб. Наибольшую достоверность результатов дают методы, учитывающие возрастные изменения коэффициентов естественной смертности.

Абрауская тюлька имеет более высокий коэффициент естественной смертности, поскольку обладает ранним половым созреванием и высокой скоростью относительно линейного и весового роста. Надёжность определения коэффициентов естественной смертности и полученных на их основе последующих результатов в значительной степени зависит от достоверности определения возраста, роста и параметров полового созревания.

Для оценки минимального коэффициента естественной смертности не облавливаемой популяции абрауской тюльки был использован метод Л.А. Зыкова (1986). Связь между массой особи и её возрастом описывается степенным уравнением (2):

$$N = P \cdot t^C, \quad (2)$$

где  $P$  и  $C$  — константы.

Удельная скорость роста массы определяли по формуле (3):

$$\frac{1}{w} \cdot \frac{d \cdot W}{P \cdot t^C} = \frac{(P \cdot t^C)'}{P \cdot t^C} = \frac{P \cdot C \cdot t^{C-1}}{P \cdot t^C} = \frac{C}{t}. \quad (3)$$

Величина удельной скорости роста массы в точке наступления половозрелости будет численно равна мгновенному коэффициенту естественной смертности в возрасте полового созревания (4):

$$M_n = C \cdot t_n, \quad (4)$$

где  $t_n$  — возраст полового созревания.

Соотношение между длиной и возрастом выражается уравнением (5):

$$l = q \cdot t^k, \quad (5)$$

где  $q$  и  $k$  — константы (Сечин, 2010).

Учитывая значение  $l_\infty$  и соотношение  $l_n = 0,5l_\infty$ , можно рассчитать возраст полового созревания  $t_n$  и коэффициент естественной

смертности  $\varphi_n$  на минимуме кривой в возрасте  $t_n$ . (6):

$$l_{\infty} = 3,61 \text{ см};$$

$$l_n = 2,58 \text{ см}.$$

$$t = (l_n : q)^{1/K} = (0,5 \cdot l_{\infty} : q)^{1/K}, \quad (6), \quad M_n = C \cdot (l_n : q)^{1/K} = 2,013 \cdot (2,58 : 7,64)^{1/0,693} = 2,013 \cdot 0,208 = 0,419$$

$$M_n = C \cdot t_n,$$

$$\varphi_n = 1 - e^{-0,419} = 1 - 0,658 = 0,342.$$

$$\varphi_n = 1 - e^{-M_n},$$

где  $l_n$  — длина тела рыбы, при которой созревает 50% поколения.

Исходные данные:

$$q = 7,64;$$

$$k = 0,693;$$

$$P = 11,1;$$

$$C = 2,013;$$

Общая численность тюлек, погибших в течение года по естественным причинам составит 760,5 тыс. экз. ( $2\,223\,750 \text{ экз.} \cdot 0,342$ ). Прогнозируемая общая годовая убыль популяции находится на уровне 761,0 тыс. экз., а объём ежегодно пополнения составляет около 780,0 тыс. экз., что позволяет сделать заключение о стабильном существовании популяции абрауской тюльки.

### Литература

- Арнольди В.М.** Две экскурсии на озеро Абрау // Журнал Рус. ботанич. общ-ва при Академии наук. 1922. С. 63—68.
- Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002.
- Зыков Л.А.** Метод оценки коэффициентов естественной смертности, дифференцированных по возрасту рыб // Сборник научных трудов ГосНИИОРХ. 1986. Вып. 243. С. 146—159.
- Кушнарченко А.И.** Совершенствование методики оценки запасов анчоусовидной кильки // Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне: материалы Междунар. конф. Астрахань, 2006. С. 212—214.
- Лужняк В.А.** Ихтиофауна водоёмов Черноморского побережья России и проблема сохранения её биоразнообразия: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов н/Д, 2002.
- Лужняк В.А.** Ихтиофауна рек и лиманов черноморского побережья России // Вопр. ихтиол. 2003. Т. 43, № 4. С. 457—463.
- Малятский С.М.** Фауна озера Абрау // Природа. 1928. № 12. С. 1080—1082.
- Малятский С.М.** Новый реликтовый вид сардельки из озера Абрау (*Harengula abrau* n. sp.) // Труды Азово-Черноморской рыбохозяйственной станции. 1930. Вып. 6. С. 65—74.
- Методика исчисления размера вреда, причинённого водным биологическим ресурсам. Приказ Росрыболовства №1166 от 25.11.2011.
- Никольский Г.В.** Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищевая промышленность, 1973.
- Олейников Н.С.** Большеротый американский окунь (*Micropterus salmoides* LACERPEDE) в озере Абрау // Тр. Новороссийской биол. станции. 1938. Т. II, вып. 2. С. 93—96.
- Олейников Н.С., Широкова Л.И., Павлова Н.Н.** Материалы по фауне и биологии рыб озёр Абрау и Лиманчик // Учёные записки. Тр. Новороссийской биостанции. Ростов н/Д, 1957. Т. LVII, вып. 1. С. 75—97.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966.
- Сечин Ю.Т.** Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. Калуга: Эйдос, 2010.
- Чихачев А.С.** Ихтиофауна реликтового оз. Абрау // 1 конгресс ихтиологов России, Астрахань, сент., 1997: Тез. докл. Астрахань, 1997. С. 29.
- Чугунова Н.И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АН СССР, 1959.

## СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ВОДОЁМАХ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Г.И. Карнаухов

Краснодарское отделение ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Краснодар, Россия

E-mail: gik23@mail.ru

Перераспределение стока рек затронуло не только крупные речные системы, но и малые реки, на которых проводилось строительство водохранилищ разного целевого назначения. На территории Ставропольского края насчитывается около 100 водохранилищ с суммарной ёмкостью 2,2 км<sup>3</sup>. Как правило, водохранилища расположены в руслах рек: Чограйское, Волчьи Ворота, Отказненское (1 900 га), Мокрая Буйвола, Новотроицкое (1 800 га).

Исследования проводились в пяти водоёмах Ставропольского края: в водохранилищах Волчьи Ворота (552 га), Чограйском (17 000 га), озёрах Мокрая Буйвола (750 га) и Лысый лиман (1 000 га), заливе Стройманыч оз. Маныч-Гудило (3 400 га). Общая площадь исследуемых водоёмов составляет около 22,7 тыс. га.

Ихтиофауна этих водных систем в сформирована за счёт рыб, обитающих в водоёмах, питающих водохранилища и озёра. Основу промысловой ихтиофауны в исследованных водоёмах составляют фитофильные, весенне-нерестующие виды (см. таблицу).

В результате исследований было установлено, что ихтиофауна водоёмов комплексного назначения края включает около 35 видов (сазан, серебряный карась, золотой карась, лещ, судак, берш, краснопёрка, кубанский, кубанский подуст, густера, линь, укляя,

плотва, щука, окунь, сом, пескарь, голавль, ёрш, игла-рыба, щиповка, тюлька, верховка, трёхиглая колюшка, бычок-цуцик, бычок-песочник, бычок-кругляк; из вселенцев: белый толстолобик, пёстрый толстолобик, белый амур, чёрный амур, шемая, рыбец, канальный сомик, малоротый буффало).

Промыслом потенциально могут использоваться около 12 видов, однако в настоящее время он базируется только на 9 видах — сазан, лещ, серебряный карась, окунь, плотва, толстолобик, судак, густера и щука. В промысловых уловах на долю аборигенных видов приходится около 40 %, из которых около 70 % составляет серебряный карась и окунь.

В целом состояние рыбных запасов в основных крупных водохранилищах Ставропольского края можно охарактеризовать как стабильное. Следует отметить, что в связи с изменениями экологических условий и увеличением акватории, уловы рыбы в водоёмах комплексного назначения значительно превосходят таковые в реках до их зарегулирования.

В вдхр. Волчьи Ворота в среднем общий запас промысловых видов рыб находится на уровне 99,0 т, причём на карася и леща приходится около 52,0 т. Структура запаса представлена на рис. 1.

Основные экологические характеристики промысловых аборигенных видов рыб

Вид рыб	Образ жизни	Тип питания	Отношение к нерестовому субстрату
1. Сазан ( <i>Cyprinus carpio</i> )	лимнофил	фито-бентофаг	фитофил
2. Плотва ( <i>Rutilus rutilus</i> )	лимнофил	фито-бентофаг	фитофил
3. Лещ ( <i>Abramis brama</i> )	лимнофил	бентофаг	фитофил
4. Густера ( <i>Blicca bjoerkna</i> )	лимнофил	бентофаг	фитофил
5. Серебряный карась ( <i>Carassius auratus</i> )	лимнофил	фито-бентофаг	фитофил
6. Судак ( <i>Sander lucioperca</i> )	лимно-реофил	ихтиофаг	фитофил
7. Окунь ( <i>Perca fluviatilis</i> )	лимнофил	ихтио-бентофаг	фитофил
8. Щука ( <i>Esox lucius</i> )	лимнофил	ихтиофаг	фитофил

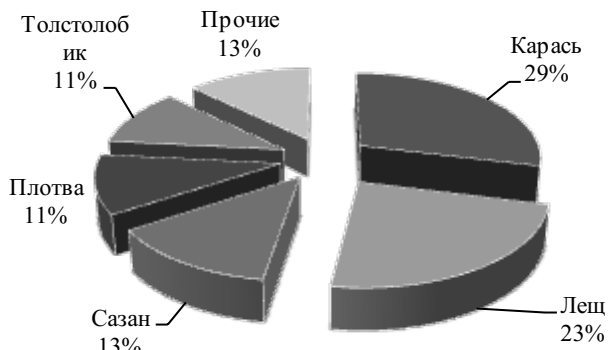


Рис. 1. Структура запаса промысловых видов рыб в вдхр. Волчи Ворота

В оз. Мокрая Буйвола в среднем общий запас промысловых видов рыб находится на уровне 184,3 т, около 134,6 т или 73,0 %, составляют объекты ежегодного зарыбления (растительоядные рыбы и сазан). Структура запаса представлена на рис. 2.

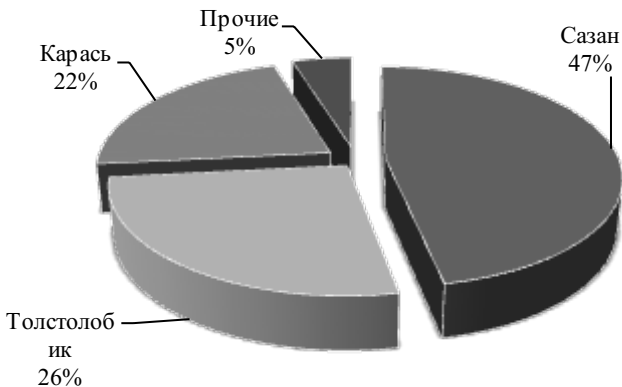


Рис. 2. Структура запаса промысловых видов рыб в оз. Мокрая Буйвола

В Чограйском вдхр. в среднем общий запас промысловых рыб находится на уровне 1 160,3 т. Основную ихтиомассу в водоёме, около 80,0 %, создают 3 вида: лещ, карась и окунь, при явном доминировании леща (47,0 %). Структура запаса представлена на рис. 3.

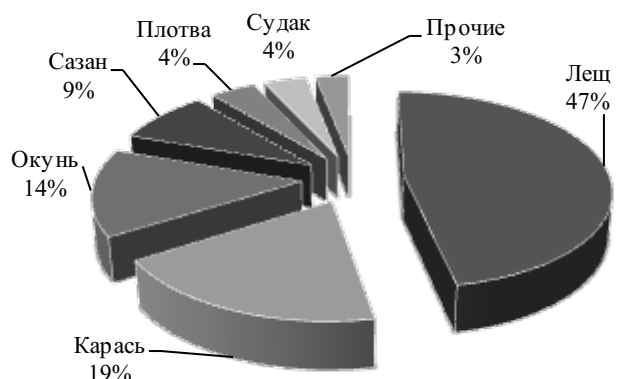


Рис. 3. Структура запаса промысловых видов рыб в Чограйском вдхр.

В оз. Лысый лиман в среднем общий запас промысловых видов рыб находится на уровне 135,6 т, из которых около 75,0 % приходится на три вида: карась, лещ и сазан. Структура запаса представлена на рис. 4.

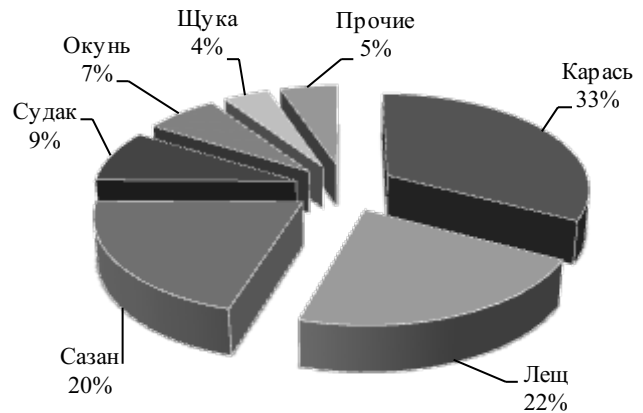


Рис. 4. Структура запаса промысловых видов рыб в оз. Лысый лиман

В зал. Стройманыч в среднем общий запас промысловых видов рыб находится на уровне 118,8 т. На долю серебряного карася и сазана приходится около 68,0 %. Структура запаса представлена на рис. 5.

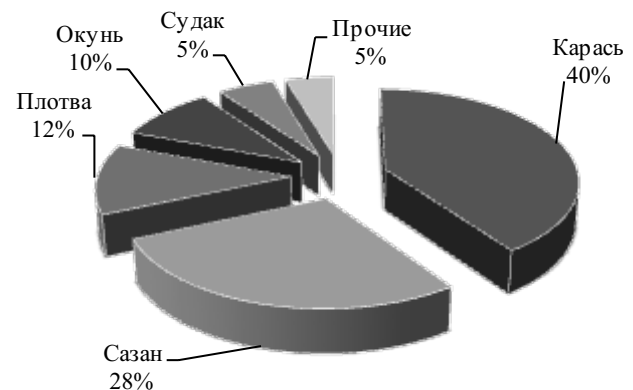


Рис. 5. Структура запаса промысловых видов рыб в зал. Стройманыч (оз. Маныч-Гудило)

В 2013—2017 гг. в исследованных водоёмах комплексного назначения в среднем ежегодно вылавливалось около 356,7 т с водной площади около 22,7 тыс. га, средняя промысловая рыбопродуктивность составляет 16,2 кг/га. Различия в вылове рыбы по годам довольно значительные, например, в 2013 г. было выловлено около 540,0 т, а в 2016 г. только 219,4 т. Колебания уловов имеют как объективные, так и субъективные причины. Так внесение изменений в правила рыболовства в Азово-Черноморском бассейне, а именно



запрет на неводной лов в Чограйском вдхр. привело к более чем 50 % падению уловов. Отсутствие промышленного лова в вдхр. Волчи Ворота до 2016 г., привело к резкому нарастанию численности серебряного карася и окуня. Возобновления промысла и ежегодного зарыбления водоёма растительными рыбами положительно сказалось на рыбном населении. Так уловы в 2017 г. по сравнению с 2016 г. увеличились почти в 2 раза, а запасы в более чем 1,8 раз.

Также по водоёмах различается освоение рекомендуемого вылова. Наиболее низкие проценты в оз. Лысый лиман (48,7 %) и зал. Стройманыч (14,8 %). Низкий процент освоения рекомендуемого вылова связан, прежде всего, с отсутствием на этих водоёмах рыбодобывающих организаций со стороны Ставропольского края. Промысел ведут только рыболовецкие бригады Республика Калмыкия.

Различия в структуре уловов в водоёмах комплексного назначения определяют каким способом осуществляются целенаправленные мероприятия по формированию промысловой ихтиофауны. Водоёмы, в которых проводится ежегодное зарыбление молодь растительных рыб и сазаном их доля в уловах по сравнению с аборигенными видами составляет более 70,0 % (оз. Мокрая Буйвола), а

промысловая рыбопродуктивность превышает 63,0 кг/га, а в отдельные годы и 138,0 кг/га (2015 г.).

В водоёмах, где промысел базируется на аборигенных видах естественная промысловая рыбопродуктивность не превышает 15,0 кг/га (Чограйское вдхр.). Доминирующими объектами являются серебряный карась и окунь.

В заключении необходимо отметить, что рыбопродуктивность водоёмов комплексного назначения Ставропольского края не соответствует их потенциальным возможностям. В настоящее время их продуктивность находится на низком уровне, что объясняется преобладанием малоценных видов рыб. Рациональное рыбохозяйственное использование водоёмов комплексного назначения возможно только при условии оптимальной организации промысла и кардинальной реконструкции ихтиоценоза за счёт вселения ценных в промысловом отношении видов рыб.

Уловы рыбы в исследованных водоёмах могут возрасти по сравнению с современным выловом как минимум в 3—4 раза. Расчётные данные показывают, что рыбопродуктивность в водоёмах может достигать 70 кг/га за счёт эффективного использования естественной кормовой базы (фитопланктон), а уловы возрасти с 430,0 т (данные 2017 г.) до 1 650,0 т.

УДК 639.2/3

## ПРИРОДНОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБНЫХ РЕСУРСОВ Р. УРАЛ В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.И. Ким

*Западный филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Уральск, Казахстан  
E-mail: marinark8@mail.ru*

Западным филиалом КазНИИ рыбного хозяйства ежегодно проводится изучение условий и состояния природного воспроизводства промысловых рыб в р. Урал по Западно-Казахстанской области (далее ЗКО). В исследованиях отбор и обработка проб проводится по общепринятым методикам (Расс, Казанова, 1958; Правдин, 1966). Видовое определение молоди проводится по определителям (Коблицкая, 1981; Макеева, Павлов Д.С., Павлов Д.А., 2011).

Пробы молоди в р. Урал отбирали на 5 станциях. Географические координаты станций отбора проб представлены в табл. 1.

Изучение состояния естественного воспроизводства рыб проводилось путём исследования условий нереста, концентрации активной молоди в реке в летний период 2017 г. Пробы молоди отбирались на 5 станциях, с охватом западной части среднего и северной части нижнего течения. Всего было отобрано 50 проб молоди, по 10 на каждой станции.

Координаты станций отбора проб на р. Урал в ЗКО

Номер и название станции	Широта	Долгота
Станция № 1 пос. Бурлин	51° 27' 22" с. ш.	52° 40' 38" в. д.
Станция № 2 пос. Кабыл Тобе	51° 18' 43" с. ш.	51° 52' 33" в. д.
Станция № 3 пос. Круглозерное	51° 04' 12" с. ш.	52° 40' 38" в. д.
Станция № 4 пгт. Чапаево	50° 11' 24" с. ш.	51° 10' 49" в. д.
Станция № 5 пос. Тайпак	49° 02' 51" с. ш.	51° 53' 41" в. д.

Исследования 2017 г. показали, что в русловой и пойменной части р. Урал по ЗКО нерестятся следующие виды рыб:

- в русловой части жерех, судак, чехонь, сом, берш, голавль, язь, белый толстолобик. Жерех, судак, голавль, язь, берш нерестятся в 3 декаде апреля — 1 декаде мая. Сом, чехонь, белый толстолобик нерестятся несколько позднее, в 3 декаде мая — 1, 2 декаде июня;

- в пойменных разливах лещ, сазан, густера, синец, подуст, вобла, сапа. Их нерест приурочен к пику весеннего паводка и проходит в 1—3 декадах мая.

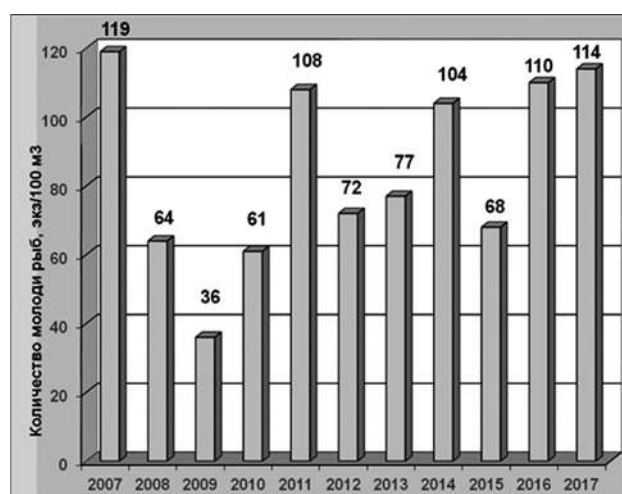
Изучение данных по природному воспроизводству рыб показало, что в 2017 г. во взятых пробах больше чем в предыдущем году молоди леща, воблы сазана, жереха, берша. Количество в пробах молоди судака невысоко, как и в предыдущие 2 года. В сравнении с оптимальным по водности 2007 г. в последующие маловодные годы урожайность молоди падает на 46 % в 2008 г., на 70 % в 2009 г., на 48 % в 2010 г., на 9 % в 2011 г., на 39,5 % в 2012 г., на 35,3 % в 2013 г., на 12,6 % в 2014 г., на 42,9 % в 2015 г. и на 7,6 % в 2016 г. В благоприятном по водности 2017 г. показатели урожайности молоди сопоставимы с показателями оптимально-многоводного 2007 г. (см. рисунок).

Показатели общей численности молоди рыб жилых популяций в р. Урал в 2014—2017 гг. отражены в табл. 2.

Наиболее многочисленна молодь синца, леща, густеры, чехони, воблы. Количество молоди крупных рыб — судака, жереха, сазана, сома понижено. Как и предыдущие 7 лет, в 2017 г. во взятых пробах не отмечено молоди осетровых рыб.

Сопоставление гидрологических параметров и урожайности молоди по годам показывает их взаимосвязь. В маловодные годы обводнение нерестилищ ухудшается, следо-

вательно снижается эффективность нереста (Ким, 2014). Неблагоприятный гидрологический режим в период весенних паводков 2008, 2009, 2010, 2012 и 2015 гг., отразился понижением показателей природного воспроизводства рыб.



Динамика урожайности молоди промысловых рыб в р. Урал по ЗКО за 2007—2017 гг.

Помимо нестабильности гидрологического режима на снижение эффективности нереста оказывает влияние и заброшенность пойменных нерестилищ. Исследование нерестовых площадей в речной пойме показали, что они нуждаются в регулярном проведении текущей технической мелиорации. Многолетние скопления органики в придонно-почвенном субстрате способствуют заилению и закислению пойменных нерестовых водоёмов. Это увеличивает опасность весеннее — летних заморозов рыб. Изучено состояние проток, соединяющих водоёмы поймы с речным руслом. По данным протокам в весенний паводок заливается вода и заходят на нерест производители частичковых рыб. Общая протяжённость проток составляет 1 215 км. Протяжённость отдельных проток колеблется от 800 м до 17 км. Большая протяжённость про-

Данные общей численности молоди рыб жилых популяций в Урал по ЗКО за 2014—2017 гг.

Вид молоди	Общая численность, млн экз.			
	2014 год	2015 год	2016 год	2017 год
Синец	11,2	4,0	13,5	12,8
Лещ	12,0	6,4	18,5	20,1
Жерех	5,6	2,4	3,9	5,6
Густера	19,2	14,4	14,1	14,4
Подуст	0,8	0,8	0,9	1,6
Сазан	1,6	0,8	2,5	4,1
Голавль	0,8	0,8	0,9	1,6
Язь	1,6	0,8	0,7	0,8
Чехонь	15,2	12,0	12,1	11,2
Вобла	8,0	5,6	9,5	11,2
Сом	0,8	0,8	2,4	1,6
Судак	0,8	0,8	5,5	4,1
Берш	5,6	4,0	3,9	2,4
Белый толстолобик	—	0,8	0,7	—
Итого:	83,2	54,4	89,1	91,5

ток и сложный рельеф русла делает их наиболее уязвимым местом озёрно-пойменной системы. Ввиду повышенной влажности в летнее время они быстро зарастают травой, что вызывает их занесение песком и илом. Также в протоки течением заносится в паводок много коряг. Все это вызывает засорение русла проток и препятствует обводнению нерестовых площадей, заходу на нерест рыб и последующему скату отнерестовавших производителей и молоди в реку. В относительно благополучном состоянии находится лишь 318 км проток. Это в основном прямолинейные участки за пределами пойменных лесов, ежегодно промываемые паводком. В связи с нестабиль-

ностью гидрологического режима в период весеннего паводка, для улучшения условий нереста рыб необходимо ежегодное проведение текущей технической мелиорации пойменных нерестилищ общей площадью 1 705 га. На данных площадях необходимо проведение рыбохозяйственной мелиорации: расчистка от органических древесных загрязнителей, известкование ложа с целью нейтрализации закислённой среды и улучшения структуры донного грунта. Для улучшения обводнения пойменных нерестилищ в условиях низкого паводка необходимо проведение очистки и углубления соединительных проток общей протяжённостью 897 км.

### Литература

**Ким А.И.** Состояние рыбных запасов реки Урал в Западно-Казахстанской области // Приоритеты и перспективы развития рыбного хозяйства: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. КазНАУ, Алматы, 30 апреля 2014. Алматы, 2014. С. 200—203.

**Коблицкая А.Ф.** Определитель молоди пресноводных рыб. М., 1981.

**Макеева А.П., Павлов Д.С., Павлов Д.А.** Атлас молоди пресноводных рыб России. М., 2011.

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966.

**Расс Т.С., Казанова И.И.** Инструкция по сбору икринок и личинок рыб. М.: ВНИРО, 1958.

УДК 626.833

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
ИХТИОФАУНЫ Р. СИЛЕТЫ**

О.И. Кириченко, К.П. Иванов

*Северный филиал Казахского НИИ рыбного хозяйства, г. Астана, Казахстан*

E-mail: kirichenko56@yandex.ru.

**Введение**

Река Силеты расположена на севере Казахстана и берёт своё начало на территории Акмолинской области в районе с. Бозайгыр Шортандинского района и впадает в оз. Силеты-Тениз, расположенное на территории Уалихановского района Северо-Казахстанской области. Русло реки находится в пределах 3 административных единиц: Акмолинская, Северо-Казахстанская и Павлодарская области. Протяженность реки на территории Республики Казахстан 407 км, географически относится к Обь-Ертысскому бассейну. В р. Силеты впадает множество притоков, крупнейшими из которых являются: Копа, Букпа, Шийли, Кедей, Акмырза и др. Помимо этого в питании реки участвует множество пересыхающих ручьёв без названия, это наиболее характерно для верхнего участка реки. Водный режим реки характеризуется ярко выраженным весенним паводком и длительной меженью. Годовые объёмы стока в многоводный период могут превышать сток маловодных лет многократно. Особенностью многолетнего стока р. Силеты является тенденция группировки многоводных и маловодных лет, что осложняет его использование в народном хозяйстве. Силеты, протекая по территории нескольких областей, является важным народно-хозяйственным водоёмом; на его берегах расположены крупные и небольшие населённые пункты. В ряде населённых пунктов р. Силеты является питьевым водоёмом. Кроме этого р. Силеты имеет большое рекреационное значение, и служит местом любительского лова рыбы. Высокая плотность населения по берегам реки приводит к возрастанию антропогенной нагрузки на её экосистему. Увеличивается зарастаемость погруженной водной растительностью, которая после отмирания накапливается на дне и постепенно разлагается, что затрудняет процесс деструкции органического вещества.

**Материал и методы**

Для изучения ихтиофауны водоёмов проводили отлов рыбы жаберными сетями с ячейкой от 16 до 70 мм. Обработку материала проводили как на месте, так и в лабораторных условиях. Согласно руководствам (Правдин, 1966; Чугунова, 1959; Никольский 1974): определяли видовую принадлежность рыб, подсчитывали численность (по видам), измеряли длину без хвостового плавника и массу тела ( $Q$  и  $q$ ), пол и стадию зрелости половых продуктов. Для работы в лабораторных условиях пробы были этикетированы и зафиксированы 10 % раствором формалина. Возраст рыб определяли по чешуе и жаберным крышкам согласно руководствам. Названия таксономических единиц рыб приводим по сводке «Рыбы Казахстана» (Митрофанов, 1987).

Все расчёты проводили на ПК с применением программы Microsoft Excel из пакета программ Microsoft Office.

Исследования по изучаемому вопросу проводили в июле и сентябре 2017 г.

Проведение исследований по оценке рыбных запасов, состоянию кормовой базы, гидрологическому и гидрохимическому режиму водоёмов проводили в соответствии с приказом Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 04.04.2014 г. № 104-Ө «Об утверждении Правил подготовки биологического обоснования на пользование животным миром», с изменениями и дополнениями в редакции приказа Заместителя Премьер-министра РК-Министра сельского хозяйства РК от 04.07.2017 № 284 (2017).

**Результаты и обсуждение**

Комплексные сырьевые исследования р. Силеты начаты лишь недавно в 2016—2017 гг. Общее количество видов рыб отмеченных в реке составило 8 видов, из которых 7 являются промысловыми, причём высокую численность и широкое распространение имеют лишь 4 вида: плотва, окунь, щука и

## Характеристика видового состава ихтиофауны р. Силеты

Наименование		Характеристика	Состояние популяции
Русское	Латинское		
Семейство Щуковые (Esocidae)			
Щука	<i>Esox lucius</i> (L.)	промысловый, аборигенный	массовый вид
Семейство Карповые (Cyprinidae)			
Плотва	<i>Rutilus rutilus</i> (L.)	промысловый, аборигенный	массовый вид
Елец	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L.)	малоценный, аборигенный	массовый вид
Язь	<i>Leuciscus idus</i> (L.)	промысловый, аборигенный	малочисленный
Линь	<i>Tinca tinca</i> (L.)	промысловый, аборигенный	малочисленный
Лещ	<i>Abramis brama</i> (L.)	промысловый акклиматизант	массовый вид
Карп (сазан)	<i>Cyprinus carpio</i> (L.)	промысловый акклиматизант	малочисленный
Семейство Окунёвые (Percidae)			
Обыкновенный окунь	<i>Perca fluviatilis</i> L.	промысловый, аборигенный	массовый вид

лещ. Все обитающие в водоёме рыбы встречаются повсеместно, таким образом, состав промысловой ихтиофауны имеет сходство по всем промысловым районам. Но необходимо отметить, что не везде отмечается высокая численность промысловых видов, так линь преимущественно имеет распространение в верховье реки, а карп в низовье. В табл. 1 представлен видовой состав ихтиофауны р. Силеты, отмеченных в ходе обследования.

Запасы рыбных ресурсов в р. Силеты промысловым ловом в настоящее время не осваиваются, так как особенности гидрологического режима в значительной степени затрудняют применение ставных сетей. Применение сплавных сетей не возможно из-за высокой степени засорённости русла реки. В качестве научных орудий лова для оценки состояния рыбных ресурсов в р. Силеты использовались ставные сети длиной по 25 м с ячейёй от 20 до 60 мм.

Анализ данных таблиц показывает, что на биотопах нижнего течения реки доминировал по численности окунь (от 44 до 48 %),

а в уловах верховьев и среднего течения реки доминирующее положение по численности в уловах занимала плотва (50 и 75 %).

Несколько иная картина видна по весовому соотношению рыб в уловах. Щука преваляровала практически повсеместно, как в низовье (43 %), так и в верховье (28,5 %). Наибольший улов по численности щуки отмечен при впадении реки в оз. Тениз, а наиболее крупные особи обитают на биотопах среднего течения. В целом, результативность уловов на единицу промыслового усилия не высока (табл. 2).

Наименьшие показатели улова на промысловое усилие сетных орудий лова отмечены в верховье реки, в районе с. Новомарковка, в среднем составившие 0,81 кг/сеть в сутки; более высокие показатели, в средней части реки, в районе с. Изобильное, равные 1,64 кг/сеть в сутки, а также и в нижней части реки — с. Шолаксор — 1,8 кг/сеть в сутки.

**Плотва *Rutilus rutilus* (LINNAEUS, 1758)**

Плотва является аборигенным видом для Обь-Ертысского бассейна, к которому и

Таблица 2

## Улов на усилие исследовательских сетных орудий лова, кг/сеть

Район лова	Дата	Орудия лова	Улов на усилие
с. Новомарковка	27.07.2017 г.	Сети, 20—60 мм	0,6
с. Изобильное	24.07.2017 г.	Сети, 20—60 мм	1,45
с. Шолаксор	26.07.2017 г.	Сети, 20—60 мм	1,8
с. Кайрат	25.07.2017 г.	Сети, 20—60 мм	1,64
с. Новомарковка	12.10.2017 г.	Сети, 20—60 мм	1,02
с. Изобильное	13.10.2017 г.	Сети. 20—60 мм	1,83

Биологические показатели основных промысловых рыб р. Силеты

Виды рыб	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Упитанность по Фултону	ПП относительная, тыс. шт.	Средний возраст
Плотва	15,2	65,5	1,98	7,59	3,08
Лещ	16,8	128,4	2,06	21,3	2,96
Щука	40,3	658,5	0,93	7,80	3,14
Окунь	17,8	99,3	1,92	8,94	3,7

относится р. Силеты. В русле реки плотва — один из наиболее многочисленных видов, и, как правило, доминирует по численности, наряду с окунем. Данный вид распространён по всей акватории, и занимает различные биотопы, является одним из основных объектов спортивно-любительского рыболовства. Для данного вида характерно преобладание в популяции самок. Нерест плотвы на реке происходит в апреле—мае, при температуре воды от 6 до 8 °С. Индивидуальная абсолютная плодовитость плотвы показала высокую вариабельность и колеблется в пределах от 3,78 до 39,01 тыс. икринок, причём отмечается зависимость плодовитости от возраста и размеров самок. В табл. 3 приведены основные биологические показатели наиболее массовых рыб р. Силеты.

#### Лещ *Abramis brama* (LINNAEUS, 1758)

Лещ — эврибионтный вид, пластичный в отношении нерестового субстрата и глубины нереста, является акклиматизантом и до 1970 г. в р. Силеты не отмечался. Появление этого вида в составе ихтиофауны реки связано с проведением акклиматизационных работ на Силетинском водохранилище, в которое для более полного использования биопродукционного потенциала после наполнения был вселён лещ. В настоящее время этот вид широко расселился практически по всей реке и стал обычным видом в речной системе. Лещ, обладая неприхотливостью к условиям размножения, широким спектром питания, распространён практически во всех биотопах реки. В виду высокой пластичности, распространение данного вида по речной системе Силеты довольно широко. По результатам исследований лещ в р. Силеты достигает полового созревания на втором году жизни и к 2+ лет все особи половозрелые. Нерест леща на р. Силеты происходит в мае-июне при температуре воды от 13 до 18 °С. Индивидуальная

абсолютная плодовитость леща колеблется в широких пределах от 6,9 до 93,4 тыс. икринок, при среднем значении 41,05 тыс. икринок.

#### Щука *Esox lucius* (LINNAEUS, 1758)

Щука — облигатный хищник, желанный объект спортивно-любительского и промышленного лова. Держится преимущественно поодиночке в прибрежной зоне, образует стаи во время нереста и поздней осенью. Численность её в реке, в результате нестабильных условий воспроизводства и небольшой популяционной плодовитости, остаётся низкой, поэтому в бассейне р. Силеты щука представлена малопродуктивными популяциями. В промысловом стаде доминируют младшие возрастные группы. В научно-исследовательских уловах она представлена единичными экземплярами. Несмотря на это, является одним из самых распространённых видов в речной системе Силеты, встречается на всем протяжении реки. За весь период проведения научно-исследовательских работ 2016—2017 гг. предельный возраст отловленной в реке щуки составил 5+ лет. Половая структура характеризуется устойчивым преобладанием самок, что позволяет сохранять репродуктивный потенциал данного вида. Численность самок в популяции щуки р. Силеты выше численности самцов в 3,5 раза. Начало нереста у щуки в р. Силеты приходится обычно на середину апреля, половой зрелости щука достигает в возрасте 3+ лет. Индивидуальная абсолютная плодовитость вида колеблется в пределах от 9,0 до 41,9 тыс. икринок.

#### Окунь *Perca fluviatilis* LINNAEUS, 1758

Обыкновенный окунь — эврибионтный политопный вид, является аборигенным видом для бассейна р. Силеты и относится к факультативным хищным рыбам. Этот вид наряду с плотвой является самым массовым в ихтиофауне речной системы. Предельный

возраст отловленного в реке окуня составил 8+ лет. Массовая половозрелость окуня популяции р. Силеты наступает в возрасте 3 года, нерест проходит в начале мая при температуре воды 8—15 °С. Индивидуальная абсолютная плодовитость окуня колеблется в широких пределах от 3,87 до 39,54 тыс. икринок, причём отмечается зависимость плодовитости от возраста и размеров самок.

Данный вид распространён по всей акватории водоёма и занимает различные биотопы, является одним из основных объектов спортивно-любительского рыболовства.

По результатам исследований следует отметить, что в р. Силеты сформировался специфичный ихтиоценоз, достаточно хорошо адаптированный к существующим условиям среды обитания. Имеется ряд видов, образующих костяк сообщества и промысла: плотва, окунь, лещ и щука.

Состояние популяций всех массовых видов удовлетворительное. Анализ индикаторов устойчивости, в данном случае использована половозрастная структура популяций рыб, показал в основном превышение пополнения над основным промысловым стадом.

Запасы рыбных ресурсов р. Силеты промысловым ловом в настоящее время не осваиваются, что диктуется особенностями гидро-

логического режима — неширокий водоём с относительно сильным течением и практически полным отсутствием заливов, протоков и затонов. Кроме того, плотность рыб, как аборигенных, так и акклиматизантов невелика, что в купе с специфичным водным режимом в значительной степени ограничивает применение ставных сетей. Применение сплавных сетей не возможно из-за высокой степени засорённости русла реки. Освоение запасов происходит за счёт спортивно-любительского рыболовства, и в соответствии с республиканским законодательством уловы до 5 кг в сутки на рыбака не учитываются. В связи с тем, что исследование р. Силеты проводится впервые, установить биологическую ёмкость и минимальную устойчивую численность для популяций рыб данного водоёма на данном этапе исследований не возможно.

Важное народно-хозяйственное значение р. Силеты, а также значительное антропогенное влияние и связанные с этим изменения в режиме водоёма требуют ежегодного исследования её гидробиоценоза, определения гидрологических, гидрохимических параметров, кормовой базы, состава ихтиофауны, а также степени антропогенного воздействия на отдельные биоценозы.

### Литература

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966.

**Чугунова Н.И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959.

**Никольский Г.В.** Экология рыб. М.: Высшая школа, 1974.

Рыбы Казахстана: в 5 т. Алма-Ата: Наука, 1987.

«Правила подготовки биологического обоснования на пользование животным миром», с изменениями и дополнениями в редакции приказа Заместителя Премьер-министра РК — Министра сельского хозяйства РК от 04.07.2017 № 284.

УДК 597.2/.5

## СИБИРСКИЙ ХАРИУС *THYMALLUS ARCTICUS* БАССЕЙНА Р. ТОМЬ В ПРЕДЕЛАХ КУЗБАССА

Н.А. Колесов

Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Новосибирск, Россия

E-mail: koliesov-nikolai@mail.ru

Река Томь является одним из крупных притоков Оби. Начинается на западном склоне Абаканского хребта Кузнецкого Ала-Тау и

впадает в Обь на 984 км от места слияния Бии и Катунь. Общая длина реки 827 км, площадь водосбора 62 000 км<sup>2</sup>.

В пределах Кемеровской области расположены часть верхнего, среднее и часть нижнего течения р. Томь протяжённостью 596 м. Верхнее и среднее течения р. Томь расположены в горной местности, нижнее — в холмисто-равнинной. Ширина русла изменяется от 200 до 1 800 м, а во время весеннего паводка достигает 3—4 км. Русло в верхнем отрезке реки расчленено слабо, в среднем и нижнем имеется много протоков и курий. Томь изобилует перекатами, которые чередуются с плёсами, в верховье река порожиста. Глубины изменяются от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров, преимущественные глубины — 2—3 м, местами — 8—10 м, средняя глубина — 3,1 м.

Ложе реки состоит из глинистых сланцев, покрытых слоем гальки до 4—7 м толщиной, гравия и песка. Отдельные участки дна каменистые. На небольших участках предустьевой зоны встречаются песчано-илисто-глинистые грунты. Дно заливов и слабопроточных участков реки заилено.

Бассейн р. Томь характеризуется высокой густотой речной сети — 0,9 км/км<sup>2</sup>. Большинство притоков — небольшие горные речки, которые Томь принимает в верхнем течении до г. Новокузнецка. Наиболее крупные из них — Мрассу и Кондома. В среднем течении наиболее крупные горные притоки — Верхняя Терсь, Средняя Терсь, Нижняя Терсь и Тайдон. В районе г. Новокузнецка в Томь впадает р. Аба, в г. Кемерово — р. Искитимка.

Ихтиофауна бассейна р. Томь Кемеровской области представлена следующими видами рыб: осётр (занесён в Красную Книгу РФ), стерлядь, нельма, пелядь, муксун, ленок (занесены в Красную Книгу Кемеровской области), таймень, хариус, елец, плотва, язь, карась, окунь, щука, налим, лещ, судак, сазан, уклея, ёрш, сибирская минога, голянь, верховка, пескарь, щиповка, голец, подкаменщик и девятииглая колюшка (Материалы ... , 2018).

У сибирского хариуса *Thymallus arcticus* в настоящее время выделяют 8 подвидов, из которых в пределах Сибири и Дальнего Востока обитает 6: 1) *Th. a. arcticus* (PALLAS, 1776) — западносибирский хариус, встречается в бассейнах рек Кара, Обь, Томь, Енисей и Коб-

до (Восточные Саяны); 2) *Th. a. pallasi* (VALENCIENNES, 1848) — восточносибирский хариус, населяет бассейны рек Енисей и далее на восток до рек Чукотки включительно; 3) *Th. a. mertens* (VALENCIENNES, 1848) — камчатский хариус, обитает в реках бассейнов Берингова и Охотского морей; 4) *Th. a. baicalensis* (Dywowski, 1874) — чёрный байкальский хариус; 5) *Th. a. brevipinnis* (SVETOVIDOV, 1931) — белый байкальский хариус; 6) *Th. a. grubei* (Dywowski, 1869) — амурский хариус — бассейн Амура, реки восточного Сихотэ-Алиня на юг до Судзухе, а также реки по западному и северному берегам Охотского моря от Уды до Гижиги (Попов, 2007).

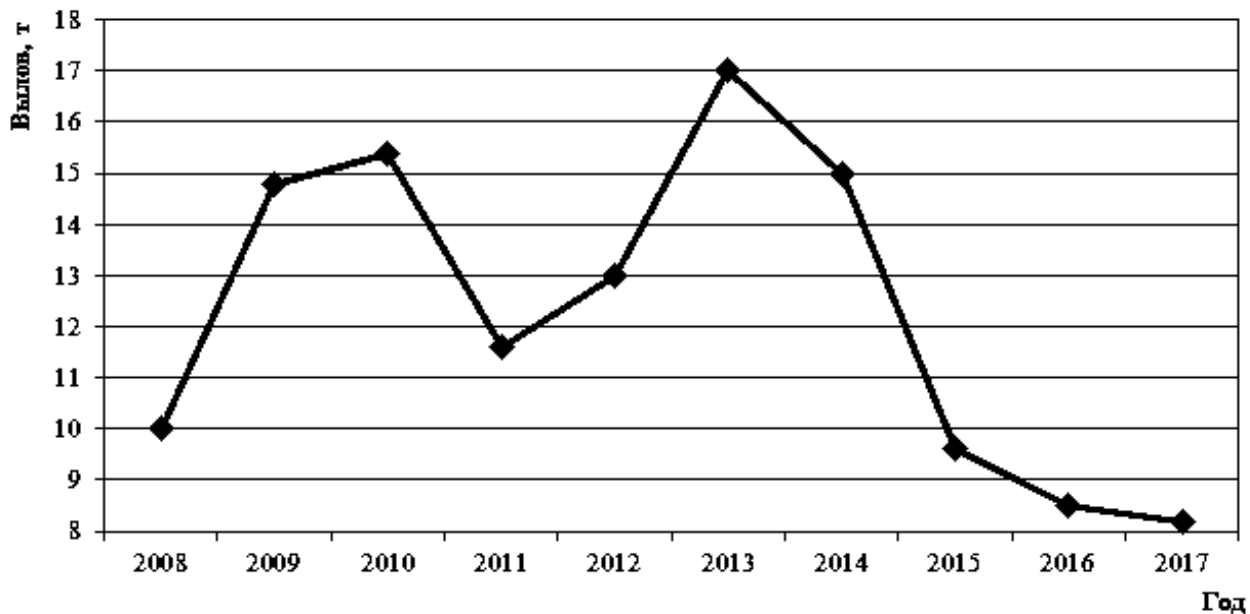
В сибирских документах хариус впервые упоминается с начала XVIII века под названием харюз (харюс). В описных книгах рыбных ловель говорится: «В улове рыбы бывает... харюзы...» (Кузнецкий уезд, 1705 год). Родственные названия хайриоз, хайруз, хайрюз, хариуз (Гурулев, 1967).

Обитает сибирский хариус в бассейне р. Обь локально. Распространён он в большинстве рек и во многих олиготрофных озёрах Алтая от озёр Маркаколь и Чёрного Иртыша на западе до бассейна оз. Телецкое на востоке, в правобережных притоках Новосибирского водохранилища, прежде всего р. Бердь и в бассейне р. Томь. На участке Средней Оби сибирский хариус практически отсутствует и населяет лишь в верхнем течении р. Кеть и р. Чулым. В районе Нижней Оби он известен только в уральских притоках, преимущественно на их верхних участках, имеющих полугорный и горный характер. В левобережье Нижней Оби ареал сибирского хариуса соприкасается с ареалом широко распространённого в Европе европейского хариуса (Попов, 2007).

Восточнее р. Обь сибирский хариус расселён более широко. Уже в бассейне р. Енисей он встречается повсеместно от истоков до Енисейского залива (Подлесный, 1958).

В бассейне р. Томь Кемеровской области сибирский хариус *Thymallus arcticus* (PALLAS, 1776) распространён повсеместно, отсутствует лишь в пойменных водоёмах и сильно загрязнённых водотоках. Тело покрыто среднего размера чешуёй. Рот небольшой.





Динамика уловов хариуса в бассейне р. Томь Кемеровской области

Зубы есть на челюстях, сошнике и нёбных костях, иногда и на языке. Основной цвет тела тёмный, с зеленоватым или синеватым пятнистым отливом, или серебристый на боках, переходящий на спине в коричневатый или темно-малиновый. На спинном плавнике по основному тёмному фону тянется несколько горизонтальных рядов кирпично-красных пятен, расположенных на перепонках между лучами в задней части плавника. Самцы окрашены более ярко, чем самки. Спинной плавник высокий, у самцов в прижатом состоянии он достигает хвостового. Основные места зимовки расположены в русле р. Томь. До наступления нерестовых температур, особенно при повышении уровня воды могут задерживаться в нижнем течении нерестовых рек, где активно питаются. При прогреве воды распределяются по нерестилищам, заходя в самые верховья рек и постоянных ручьёв. Икра откладывается на галечных перекатах в верховьях рек. Максимальные размеры сибирского хариуса в р. Томь и её притоках достигают 42 см, массой — 900 г.

Официальной промысловой статистикой сибирский хариус в р. Томь и её притоках Кемеровской области отмечен с 2008 г. Объем добычи хариуса в 2008 г. составил 10 т, в 2009 г. — 14,8 т, в 2010 г. — 15,4 т. В 2011 г. уловы упали до 11,6 т. В 2012 г. уловы хариуса снова возросли до 13 т. В 2013 г. вылов составил уже 17 т, а в 2014 г. — 15 т. В 2015 г. вылов

хариуса снизился до 9,6 т, а в 2016 г. до 8,5 т. Вылов в 2017 г. составил 8,2 т (см. рисунок). Уменьшение уловов в последние 3 года связано с тем, что квота на добычу хариуса даётся минимальная, в связи с ростом интенсивности его промысла неорганизованными рыбаками-любителями. Средний вылов за 10 лет составил 12,3 т.

Запасы сибирского хариуса осваиваются любительским лицензионным ловом. А именно, на участках любительского и спортивного рыболовства ООО «Среднетерсинское общество охотников и рыболовов Новокузнецкого района» и ООО «Аксасские охотгодья».

Проведённые ихтиологические исследования в р. Томь и её притоках за ряд лет показали, что популяция сибирского хариуса включает 8 возрастных групп (табл. 1).

Исследования, проведённые с апреля по октябрь 2017 г. показали, что в настоящее время промысловое стадо хариуса состоит в основном из особей в возрасте от 2+ до 6+ лет. Размеры рыб в уловах от 14,5 см до 38,4 см и массой от 40 г до 560 г. Средняя длина тела составила 26,5 см, средняя масса — 231,2 г (табл. 2).

Анализ полученных материалов показал, что основу научного лова составляли преимущественно особи в возрасте 3+ — 5+, что составляет (79,9 %) от общего количества исследованных рыб.

Половой зрелости хариус р. Томь, как и

Таблица 1

## Рост сибирского хариуса р. Томь и её притоков за ряд лет

Год	Показатель (средний)	Возраст, лет							
		1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
2001	Длина тела, см	15,8	18,9	22,2	23,5	—	—	—	—
	Масса рыб, г	57	109	157	170	—	—	—	—
2006	Длина тела, см	14,0	17,0	21,3	27,7	29,3	33,8	35,7	—
	Масса рыб, г	—	60	102	273	338	—	706	—
2011	Длина тела, см	16,6	21,3	24,0	26,2	28,6	31,5	—	—
	Масса рыб, г	61	123	149	183	233	278	—	—
2012	Длина тела, см	15,3	20,6	23,0	25,5	28,5	30,0	—	—
	Масса рыб, г	62	113	148	222	355	425	—	—
2013	Длина тела, см	—	18,7	24,3	26,0	29,1	33,0	—	—
	Масса рыб, г	—	117	140	211	365	468	—	—
2014	Длина тела, см	—	18,1	25,2	26,0	29,7	31,5	—	—
	Масса рыб, г	—	100	142	210	350	480	—	—
2015	Длина тела, см	—	—	22,6	26,1	30,3	33,2	35,1	36,6
	Масса рыб, г	—	—	156	217	313	483	570	747
2016	Длина тела, см	—	16,2	22,1	26,3	28,4	33,1	—	—
	Масса рыб, г	—	63,5	151,3	203,5	276,7	489,2	—	—

Таблица 2

## Размерно-возрастная характеристика сибирского хариуса бассейна р. Томь, 2017 г.

Возраст	Длина тела, см		Масса, г		Количество исследованных рыб	
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания	экз.	%
2+	17,4	14,5—21,4	71,7	40—135	20	9,6
3+	23,3	21,5—25,4	116,3	107—185	38	18,2
4+	25,6	22,5—30,4	200,6	150—300	56	26,8
5+	29,0	25,5—36,4	293,6	200—414	73	34,9
6+	34,7	28,5—38,4	445,7	280—560	22	10,5
Итого:	26,5	14,5—38,4	231,2	40—560	209	100

в реках Горного Алтая достигает в возрасте 3+ года.

Исследования воспроизводства хариуса в 2017 г. показали, что его подъем в горные реки на нерест начался с 29 апреля и продолжался по 20 мая, при температуре воды 5—10 °С.

Нерест хариуса проходил не только в притоках первого и второго порядка, но и в самой р. Томь. В нерестовых притоках икра откладывалась не только в самых верховьях, но и в нижнем течении.

В размножении участвовали рыбы 3+ — 6+ лет, с длиной тела 21—38 см и массой 107—560 г. Соотношение полов на нерестилищах самцов к самкам составило 1 : 1.

Ближние от мест зимовки и наиболее доступные нерестилища использовались преимущественно мелкими особями в возрасте

3+ — 4+ лет. На этих участках присутствовала и молодь, доля которой в различных реках составляла от 40 до 80 %.

Средняя абсолютная плодовитость хариуса по отдельным возрастным группам колебалась от 1,1 до 3,8 тыс. икринок, в среднем составила 2,5 тыс. икринок (табл. 3). Вес ястыка самок составлял от 15 до 40 г, на 1 г икры приходилось от 50 до 105 икринок, при средних значениях 76 икринок.

Развитие икры у хариуса проходит до 25 сут. На 5 день после выклева длина тела у личинки 5—8 мм и массой в среднем 15 мг, к 7-му дню длина тела у личинки 12 мм и массой 19 мг. На 10 день длина составляет 14 мм и массой 30 мг, к 17-му дню длина тела — 15 мм и массой — 50 мг. Росла личинки хариуса при температуре воды от 8 до 14 °С (Оценка приёмной ёмкости ... , 2016).

## Плодовитость сибирского хариуса р. Томь

Год	Показатель	Возраст, лет			
		3+	4+	5+	6+
2017	Абсолютная плодовитость (средняя), тыс. икринок	1,1	2,2	2,9	3,8
	Количество исследованных рыб, экз.	10	15	8	5

По характеру питания хариус относится к мирным рыбам. Он довольно неприхотлив в питании и в рационе всех возрастных групп хариуса большую часть года преобладают организмы зообентоса (личинки веснянок, подёнок, ручейников и хирономид), а также воздушные насекомые, жуки, муравьи, лесные клопы, гусеницы, бокоплав и т. д.

Наименее разнообразное питание сибирского хариуса в бассейне верхней Томи весной, в этот период он вынужден хищничать (Визер, 2006). Летом основу питания составляют организмы зообентоса, на долю которых приходится по весу более 70 % потреблённых кормов, но со второй декады июня увеличивается значение наземных организмов. В конце июня у отдельных рыб в желудках присутствуют только муравьи, жуки и другие воздушные насекомые (табл. 4).

Таблица 4

Частота встречаемости кормового объекта в питании сибирского хариуса, %

Компоненты	Май	Июнь
Личинки подёнок	55,6	3,7
ручейников	88,9	51,1
веснянок	88,9	45,9
хирономид	—	40,7
двукрылых	—	5,9
Бокоплав	—	11,9
Муравьи	—	17,8
Лесные клопы	—	1,4
Жуки	—	17,8
Воздушные насекомые	—	35,6
Гусеницы	—	0,7
Прочие беспозвоночные	—	2,1
Икра рыб	—	10,4
Рыба	11,1	—
Песок и камни	—	7,4

В осенний период хариус вновь переходит на питание зообентосом, с преобладанием личинок ручейников. На равнинных участках

притоков средней Томи в питании хариуса появляются двустворчатые моллюски, и возрастает значимость личинок хирономид, которые встречаются у 56 % обследованных рыб. Другие группы кормовых организмов встречались единично. Несмотря на снижение разнообразия пищевых объектов, осенний нагул проходил в благоприятных условиях, о чём свидетельствуют высокие индексы наполнения желудочно-кишечных трактов от 240,0 до 475,1 ‰, при средних значениях 364,87 ‰ (Оценка приёмной ёмкости ... , 2016).

В 2017 г. наиболее интенсивный специализированный любительский лов хариуса наблюдался в мае—июне. На каждый километр водотока, доступного для наземного или водного транспорта, приходилось около 2—12 рыбаков. Были заняты все пригодные для рыболовства места. Для привлечения рыб, в горных притоках р. Томь из веток и стволов деревьев создавались искусственные преграды в русле, снижающие скорость течения. Примерный дневной вылов на рыбака в мае составил около 10 экз. хариуса, а в июне повышался до 12 экз. (около 2 кг). Их совокупный вылов значительно превышает данные официальной статистики.

К сожалению, наряду с любительским ловом интенсивно развивается браконьерство. Браконьерский лов ориентирован, в первую очередь, на наиболее ценные виды рыб, в том числе и на сибирского хариуса в период его весенних и зимовальных миграций. Массовый лов производителей в период нереста и молоди на миграционных путях наносит значительный вред рыбным запасам, и может поставить самые ценные виды рыб на грань выживания.

В целом, состояние популяции сибирского хариуса в бассейне р. Томь в настоящее время можно охарактеризовать как стабильное. Основное влияние на численность хариуса оказывают рыбаки-любители и браконьерский промысел.

### Литература

**Визер А.М.** Ихтиологическое обследование (изменение сроков охраны мест нереста) рек Томь, Уса и их притоков для внесения изменений в правила рыболовства Кемеровской области // Отчёт НИР ЗапСибНИИВБАК. Новосибирск, 2006.

**Гурулев С.А.** Звери и рыбы Сибири: происхождение названий. Иркутск, 1992.

Материалы, обосновывающие рекомендуемый вылов водных биологических ресурсов в водоемах Кемеровской области на 2018 г. Отчёт о НИР / Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр». Новосибирск, 2017.

Оценка приёмной ёмкости водных объектов рыбохозяйственного значения для целей искусственного воспроизводства в зоне ответственности ФГБНУ «Госрыбцентр». Отчёт о НИР // ФГБНУ «Госрыбцентр». Тюмень, 2016.

**Подлесный А.В.** Рыбы Енисея, условия их обитания и использования // Промысловые рыбы Оби и Енисея и их использование / Изв. ВНИОРХ. М., 1958. Т. 44. С. 97—178.

**Попов П.А.** Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов: монография. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2007.

УДК 556.53:549.25/. 28 (470.55)

### АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЧНОЙ ВОДЫ (НА ПРИМЕРЕ Р. УЙ)

Е.А. Красноперова

ФГОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г. Троицк, Россия

E-mail: EA.G@mail.ru

В настоящее время объём выбросов загрязняющих веществ антропогенного происхождения стал соизмерим с масштабами природных процессов миграции и аккумуляции различных соединений. Прямое влияние химического загрязнения воды и воздуха на здоровье испытывает не только жители крупных мегаполисов, но и население небольших сельских районов.

Экстенсивное развитие хозяйства привело к тому, что качество воды большинства природных источников в настоящее время уже не соответствует нормативным требованиям. При этом наукой и практикой рыболовства часто учитывается биогеохимическая обстановка районов рыбозаведения, но не во внимание содержание в почве и воде тяжёлых металлов и микроэлементов. Имеющиеся в литературе данные по характеристике гидрохимического состава водоёмов весьма ограничены (Красноперова, Таирова, 2017).

Ограничены данные и о распределении тяжёлых металлов и микроэлементов в пресноводных экосистемах страны, нет карт биогеохимического районирования внутренних водоёмов. Остаются недостаточно изученны-

ми вопросы миграции и накопления остаточного количества тяжёлых металлов между отдельными компонентами водной экосистемы, особенно на Южном Урале (Грибовский Г.П., Грибовский Ю.Г., Плохих, 2003).

Челябинская область расположена на водоразделе бассейнов 3-х рек — Волги, Урала и Тобола, являющихся основными источниками водоснабжения всех отраслей народного хозяйства и населения Южного Урала.

По гидрохимическому состоянию поверхностных вод Челябинская область относится к наиболее напряжённой группе территорий Российской Федерации. Причиной именно такого состояния является постоянный и многолетний сброс загрязнённых промышленными и хозяйственно-бытовыми отходами вод, поверхностных стоков с полей и животноводческих ферм в водные объекты. Не лучшая ситуация с водными объектами складывается и на территории г. Троицка и Троицкого района (Юдин, Таирова, Красноперова, 2017).

Наибольшее значение имеют металлургический и машиностроительный комплексы, где сосредоточено около 80 % основных про-

изводственных фондов области, более 40 % трудовых ресурсов, и где расходуется основная часть топливно-энергетических и материальных ресурсов. Выбросы золы и сбросы загрязняющих веществ ПАО «ОГК–2» Троицкая ГРЭС напрямую влияют на экологическую ситуацию города и здоровье населения (Таирова, Галатова, 2008).

Основную антропогенную нагрузку р. Уй испытывает в районе г. Троицка, где на качество воды оказывают влияние сточные воды Троицкой ГРЭС. Причиной именно такого состояния является постоянный и многолетний сброс загрязнённых и неочищенных сточных вод в водные объекты, поэтому изучение экологической обстановки пресноводных водоёмов, влияния тяжёлых металлов на гидробионты, а через пищевые рыбные продукты и на здоровье человека является актуальным.

Тяжёлые металлы (свинец, кадмий, никель, цинк, медь и другие) обладают выраженной мутагенной и канцерогенной активностью. Попадая в водоём или реку, металл-токсикант распределяется между компонентами этой водной экосистемы: растворяется в воде, сорбируется и аккумулируется фитопланктоном, удерживается донными отложениями, находится в адсорбированной форме на частицах взвеси (Уразаев, Вакулин, Никитин, 2000; Фомин, 2000).

Следует особо отметить, что тяжёлые металлы в гидросфере характеризуются двойственными действиями: в малых концентрациях они обеспечивают нормальное протекание жизненных функций гидробионтов, принимая активное участие в биологических и физиологических процессах живых организмов, а при избыточном содержании в водной среде выступают как токсиканты, среди которых приоритетное значение имеют медь,

цинк, свинец и кадмий (Виженский, Шныкин, 1990). Первые два металла являются микроэлементами, а последние два ксенобиотиками. Наиболее опасными и наиболее распространёнными загрязняющими веществами водной среды, по мнению ряда учёных, являются следующие химические элементы: свинец, никель, кадмий, цинк (Галатова, 2008).

В связи с этим, оценка состояния загрязнённости воды р. Уй (бассейн р. Тобол) при её течении по территории г. Троицка Челябинской области представляет определённый интерес.

Одним из очень важных показателей при оценке загрязнённости водных объектов являются взвешенные вещества.

Результаты исследований по выявлению сезонной динамики в содержании взвешенных веществ показали, что наиболее интенсивное нарастание изучаемого показателя в речной воде наблюдается весной и летом, достигшее соответственно,  $15,92 \pm 0,22$  и  $18,86 \pm 0,31$  мг/дм<sup>3</sup>. Сравнение с допустимыми концентрациями показало превышение в 1,89 и 1,65 раза. В осенний период концентрация взвешенных веществ несколько снижается ( $9,11 \pm 0,16$  мг/дм<sup>3</sup>) и превышает ПДК на 8,45 %. Зимой содержание взвешенных веществ составляет  $8,86 \pm 0,35$  мг/дм<sup>3</sup> при допустимом уровне 8,40 мг/дм<sup>3</sup>. Необходимо отметить, что содержание взвешенных веществ в исследуемой воде было достаточно высоким на протяжении всего исследуемого периода (табл. 1).

На этом фоне аналогично изменяются концентрации оседающих веществ (табл. 1). Их максимальные концентрации регистрируются также в весенний и летний периоды и составляют 1,17 и 1,45 ПДК.

Установленное нами, повышенное ко-

Таблица 1

Физические показатели речной воды ( $\bar{X} \pm S_x$ ,  $n = 10$ )

Показатель	Зима	Весна	Лето	Осень	ПДК
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	$8,86 \pm 0,35$	$15,92 \pm 0,22$	$13,86 \pm 0,31$	$9,11 \pm 0,16$	8,40
Оседающие вещества, мг/дм <sup>3</sup>	$5,07 \pm 0,18$	$6,37 \pm 0,25$	$7,93 \pm 0,32$	$5,97 \pm 0,16$	5,46
Прозрачность, см	$18,44 \pm 0,87$	$13,50 \pm 0,42$	$15,82 \pm 0,63$	$18,36 \pm 0,54$	19—28
Температура, °С	5,5	13	24	8,4	

личество взвешенных веществ в речной воде может отрицательно влиять на развитие водной фауны. Взвешенные вещества минерального происхождения оседают в водоёмах на дне, губительно действуют на бентос, лишая тем самым планктон кормовых ресурсов.

Полученные данные по сезонной динамике взвешенных веществ подтверждаются и значениями прозрачности воды, которая зависит от наличия в воде мелких, не оседающих за два часа, хлопьев активного ила и диспергированных бактерий. Прозрачность — наиболее оперативный, чутко реагирующий на нарушения показатель качества воды. Любые, даже незначительные изменения в составе воды приводят к падению прозрачности.

По данным, представленным в табл. 1, видно, что прозрачность воды во все периоды исследований меньше оптимального уровня.

Так, в паводковый период прозрачность речной воды составила  $13,50 \pm 0,42$  см при допустимом значении не менее 19—28 см. В летний период прозрачность воды достигла  $15,82 \pm 0,63$  см. В зимний и осенний периоды прозрачность воды повышается и составляет  $18,44 \pm 0,87$  и  $18,36 \pm 0,54$  см, достигая нижней границы оптимальных для речной воды значений.

В табл. 1 также представлены значения температуры речной воды, составляющие от  $5,5$  °С в зимний период до  $24$  °С — летом. На наш взгляд, значительное снижение прозрачности объясняется, прежде всего, тем, что весной с тальми водами в открытые водоёмы попадает большое количество песка и различных примесей в твёрдом и коллоидном состоянии.

Индикатором загрязнения открытых водоёмов является водородный показатель

(рН), зависящий от соотношения концентраций свободного диоксида углерода и бикарбонат-ионов (Жмур, 1997). Определение рН воды р. Уй потенциометрическим методом показало, что при допустимых значениях рН для водоёмов культурно-бытового водопользования, составляющих 6,5—8,5, активная реакция речной воды варьирует в пределах от слабокислой до слабощелочной (табл. 2).

Уменьшение значения рН регистрируется в весенний и осенний периоды и составляет 6,94 и 6,80, соответственно. В летний период рН заметно повышается, достигает 7,82, что, по-видимому, объясняется тем, что в это время происходит интенсивный фотосинтез, при котором рН открытых водоёмов повышается. В целом значения активной реакции речной воды соответствуют нижним границам оптимальных величин для речных вод и свидетельствуют об имеющемся сдвиге рН в кислую сторону.

Оценка степени минерализации речной воды по содержанию сухого остатка показала, что суммарное количество минеральных веществ также было подвержено сезонным колебаниям и изменялось в пределах от  $190,62 \pm 7,24$  мг/кг<sup>3</sup> в период весеннего половодья до  $920,35 \pm 39,18$  мг/кг<sup>3</sup> — в зимнюю межень.

В период зимней межени и весеннего половодья нами зафиксированы высокие уровни загрязнения речной воды азотом аммония и азотом нитритов.

Как показывают данные табл. 2, концентрация азота аммония составила  $4,53 \pm 0,12$  и  $5,68 \pm 0,17$  мг/кг<sup>3</sup> соответственно в зимний и весенний периоды и превысила ПДК в 12,24 и 15,35 раза. В летний и осенний период со-

Таблица 2

## Химические показатели воды р. Уй

Показатель	Зима	Весна	Лето	Осень	ПДК
рН	$7,32 \pm 0,21$	$6,94 \pm 0,18$	$7,82 \pm 0,16$	$6,80 \pm 0,24$	6,5—8,5
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	$920,35 \pm 39,18$	$190,62 \pm 7,24$	$500,10 \pm 10,40$	$705,41 \pm 22,63$	1 000,0
Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	$4,53 \pm 0,12$	$5,68 \pm 0,17$	$1,35 \pm 0,01$	$0,99 \pm 0,02$	0,37
Азот нитритов, мг/дм <sup>3</sup>	$0,59 \pm 0,03$	$0,73 \pm 0,02$	$0,32 \pm 0,01$	$0,24 \pm 0,01$	0,08
Азот нитратов, мг/дм <sup>3</sup>	$81,74 \pm 2,07$	$99,26 \pm 3,35$	$62,58 \pm 1,50$	$59,12 \pm 2,04$	40,0
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	$0,61 \pm 0,02$	$0,42 \pm 0,01$	$0,88 \pm 0,03$	$0,59 \pm 0,01$	2,0
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	$320,0 \pm 8,8$	$380,0 \pm 15,2$	$220,0 \pm 12,8$	$290,0 \pm 11,6$	500,0
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	$170,0 \pm 6,8$	$190,0 \pm 7,6$	$210,0 \pm 8,4$	$200,0 \pm 8,8$	350,0

держание этого показателя составило 3,64 и 2,68 ПДК.

Аналогичная закономерность установлена и в сезонной динамике азота нитритов в речной воде. Если зимой и весной уровень содержания нитритов достигал 7,38 и 9,12 ПДК, соответственно, то летом и осенью он снижается и составляет соответственно 4,0 и 3,0 ПДК.

Содержание азота нитратов в речной воде было также повышенным на протяжении всего периода наблюдений и составило от  $59,12 \pm 2,04$  мг/кг<sup>3</sup> осенью до  $99,26 \pm 3,35$  мг/кг<sup>3</sup> — весной.

Мы считаем, что повышение уровня содержания азотосодержащих компонентов в воде реки вызвано, прежде всего, поверхностным стоком, неконтролируемым сбросом неочищенных сточных вод в реку, а также может являться признаком промышленного загрязнения. Также причиной повышенного содержания нитратов и нитритов может служить понижение температуры: при температуре +9 °С снижается скорость нитрификации, при температуре +6 °С — процесс прекращается полностью.

Последствием избыточного содержания азота в воде реки является её цветение, так как азот способствует эвтрофированию водоёмов. В результате эвтрофирования в водоёмах происходит накопление питательных веществ, что ведёт к нарушению процессов саморегуляции в биоценозах, в них начинают доминировать виды, наиболее приспособленные к изменившимся условиям (хлорококковые и сине-зелёные водоросли), вызывая «цветение» воды. Биомасса фитопланктона во время «цветения» возрастает до 2,5—10,0 г/см<sup>3</sup>, тогда как в олиготрофных водоёмах норме она составляет 0,1—0,4 г/см<sup>3</sup>.

Кроме того, что азот, накапливаясь в водоёме, вызывает его «цветение», присутствие в воде р. Уй минеральных составляющих азота может отрицательно сказываться на развитии и жизнедеятельности гидробионтов, так как нитрификация требует большего количества кислорода.

Основным лимитирующим веществом для развития водорослевого «цветения» в водоёме, в большей степени воздействующим

на процесс эвтрофирования биогенным элементом, является фосфор (Жмур, 1997).

Под термином «общий фосфор» понимают все виды фосфатов, содержащихся в воде: растворимые и нерастворимые, неорганические и органические соединения фосфора. Установлено, что достаточно удалить из сточных вод один из основных биогенных элементов (азот и фосфор) и «цветение» в водоёме, куда сбрасываются эти сточные воды, не развивается. При этом удаление фосфора из сточных вод перед сбросом их в водоёмы является более необходимым, чем удаление азота (Виженский, Шныкин, 1990).

Как видно по материалам табл. 2, содержание фосфатов в речной воде не соответствовало допустимым величинам. Среднегодовое содержание фосфатов составило  $0,63 \pm 0,02$  мг/дм<sup>3</sup>, или 3,15 ПДК. Максимальные пики в концентрации фосфатов установлены летом ( $0,88 \pm 0,03$  мг/дм<sup>3</sup>; 4,4 ПДК) и зимой ( $0,61 \pm 0,02$  мг/дм<sup>3</sup>; 3,05 ПДК).

Концентрации хлоридов и сульфатов не превышали ПДК для водоёмов культурно-бытового пользования. Так, уровень содержания сульфатов в речной воде составлял от  $220,0 \pm 12,8$  до  $320,0 \pm 8,8$  мг/дм<sup>3</sup>. При этом минимальные их концентрации установлены в летне-осенний период (при ПДК — 500,0 мг/дм<sup>3</sup>). Массовые концентрации хлоридов составили от  $170,0 \pm 6,8$  до  $210,0 \pm 8,4$  мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК — 350,0 мг/дм<sup>3</sup>), также с минимумом в летне-осенний период.

Таким образом, можно сделать следующие выводы: из числа контролируемых гидрохимических показателей во все сезоны года превышают ПДК взвешенные и оседающие вещества, изменяющиеся в интервалах 9,11—15,92 и 5,97—7,93 мг/дм<sup>3</sup>, при снижении прозрачности речной воды до  $13,50 \pm 0,42$  см — весной. На фоне сдвига рН в кислую сторону концентрация азота аммония в зимний и весенний периоды составляет 12,24 и 15,35 ПДК, соответственно; азота нитритов — 7,38 и 9,12 ПДК в весенний и осенний периоды. Максимальные пики в концентрации фосфатов установлены летом —  $0,88 \pm 0,03$  мг/дм<sup>3</sup> и зимой —  $0,61 \pm 0,02$  мг/дм<sup>3</sup>

### Литература

- Виженский В.А., Шныкин Б.А.** Мониторинг фонового загрязнения природных сред. Вып. 6. Л.: Гидрометеоздат, 1990.
- Галатова Е.А.** Накопление и распределение экотоксикантов в речной воде (на примере реки Уй) // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2008. № 6. С. 102—105.
- Грибовский Г.П., Грибовский Ю.Г., Плохих Н.А.** Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. М.: Наука, 2003. С. 174—187.
- Жмур Н.С.** Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М., 1997.
- Красноперова Е.А., Таирова А.Р.** Водоросли как индикаторы загрязнённости водных экосистем тяжёлыми металлами // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2017. № 8. С. 35—40.
- Таирова А.Р., Галатова Е.А.** Сравнительная оценка содержания элементного состава в плавниках рыб изучаемых семейств // Аграрный вестник Урала. 2008. № 12. С. 74—76.
- Уразаев Н.А., Вакулин А.А., Никитин А.В.** Сельскохозяйственная экология. М.: Колос, 2000.
- Фомин Г.С.** Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: энциклопедический словарь. М.: Протектор, 2000.
- Юдин М.Ф., Таирова А.Р., Красноперова Е.А.** Особенности накопления и распределения тяжёлых металлов в системе «Вода — донные отложения — гидробионты»: монография. Челябинск, 2017.

УДК 597.556.331.1. (262.5)

### НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СПИКАРЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ Г. СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ) В 2016—2017 ГГ.

Н.С. Кузьмина<sup>1,2</sup>, И.А. Финюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского», г. Севастополь, Россия

<sup>2</sup>ГБОУ ДО «Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества учащейся молодёжи», г. Севастополь, Россия  
e-mail: kunast@rambler.ru

Чёрное море является «тупиковым» морем, замыкающим длинную цепь Средиземноморских бассейнов. С этим связана относительная «бедность» видового состава рыб, живущих в море. Из, примерно, 500 видов морских рыб, обитающих в разных участках Средиземноморского бассейна, в Чёрном море встречается около 230. В число черноморских рыб включены также пресноводные виды, заходящие из рек, и те что проводят в Чёрном море только летние или, наоборот, зимние месяцы, а в остальное время обитающие в других морях (Болтачев, Карпова, 2012; Световидов, 1964).

Питание и размножение — два главных физиологических процесса, определяющих

состояние популяции рыб. Костистым рыбам, коими являются большинство представителей черноморской ихтиофауны, свойственно полное разделение половой и выделительной систем. Большинство видов имеют парные половые железы. Однако среди костистых рыб Чёрного моря есть исключения — у каменных окуней и морских карасей отмечен нормальный гермафродитизм: каждая особь имеет и мужскую, и женскую половые железы, обычно созревающие поочередно, что предотвращает самооплодотворение.

Состояние репродуктивной системы рыб напрямую зависит от внешних факторов, прежде всего, температуры, а также наличия



в среде токсикантов, способных приводить к негативным последствиям как для взрослых представителей ихтиофауны, так и их потомства. Известно, что сточные воды, содержащие ДДТ, ПХБ, компоненты упаковочных материалов, а также алкилфенольные соединения, сходные по химической структуре с женскими половыми гормонами, а также натуральные животные гормоны могут вызывать дисфункцию половых желёз (Овен, Руднева, Шевченко, 2001; Abnormalities in the reproductive ... , 1997; Estrogenic potency ... , 2001).

Очевидно, что гормональная деструкция приводит к существенным нарушениям репродуктивного процесса, что ставит под вопрос и сам процесс размножения, и состояние потомства, икры и личинок, развивающихся из аномальных яйцеклеток.

В этом отношении половая система видов — гермафродитов, вероятно, в большей степени подвержена изменениям при действии на неё естественных и антропогенных факторов, а значит постоянный мониторинг состояния таких представителей ихтиофауны очевиден.

В связи с этим, нам представлялось интересным изучить основные характеристики черноморской спикары — как яркого представителя гермафродитов, а также промыслового вида Чёрного моря. Целью работы является получение современных данных об основных показателях нерестового стада массового вида прибрежной зоны г. Севастополя — спикары.

### Материал и методы

Объектом исследования являлась спикара *Spicara flexuosa* RAFINESQUE, 1810 — рыба с высоким, сжатым с боков телом, покрытым достаточно крупной чешуёй. Окраска тела желтоватая или серовато-коричневая с продольными голубоватыми полосками, над грудными плавниками имеется по одному тёмному пятну на каждой стороне тела. В период нереста самцы выглядят более ярко: голова, спина, поперечные полосы на теле, брюшко и брюшные плавники окрашены в чёрный цвет, а синие полосы на спине более заметны (Световидов, 1964). *S. flexuosa* распространена в Средиземном и Чёрном морях и в Атлантическом океане у берегов Португалии, многочис-

ленна у берегов Чёрного моря, встречается и в Азовском (Салехова, 1979). Значительных перемещений в море спикары обычно не совершают, только в холодное время года они отходят на большие глубины (Салехова, 1979). Эта рыба всеядна: меню включает как растительную (водоросли), так и животную (ракообразные, черви, моллюски и рыба) пищу. Нерестится спикара в Чёрном море у берегов Крыма с конца мая до середины июля.

Оценку состояния рыб проводили на 250 особях, отловленных в бухтах (Карантинная, Александровская, Матюшенко, Стрелецкая) г. Севастополя и районе мыса Толстый с помощью донных ловушек в 2016—2017 гг.

Характеристика районов подробно представлена в работе под редакцией И.И. Руднева (Экотоксикологические исследования ... , 2016).

Биологический анализ рыб, включающий промеры общей и стандартной длин (*Sl*), определение массы рыбы, тушки, определение пола, стадии зрелости, возраста рыб (по чешуе) проводили по методам, описанным ранее (Правдин, 1966). Результаты биологического и морфофизиологического анализов обрабатывали статистически по Г.Ф. Лакину (1973). Все расчёты изучаемых параметров проводили с помощью стандартных методов в программе «Excel 2016» из набора программ Microsoft Office 2017.

### Результаты и обсуждение

На протяжении исследований были обнаружены спикары до 8-ми лет, что согласуется с анализом, проведённым в предыдущие годы (Экотоксикологические исследования ... , 2016).

С увеличением возраста спикары количество самцов возрастает от 0 до 100 % на протяжении всего годового цикла. Массовая смена пола у *Spicara flexuosa* происходит на 3—4-м году жизни. Однако, даже в возрасте 7-и лет, когда спикара представлена в популяции только самцами, обнаружена единичная особь — самка (рис. 1). Ранее сообщалось, что самки редко доживают до шестилетнего возраста, тогда как самцы в возрасте 6—7-и лет встречаются часто (Световидов, 1964).

Исходя из исследований, проведённых с 2002 по 2012 г. мы пришли к выводу, что зна-

чительных изменений не происходило: количество самок убывает, а самцов, наоборот, увеличивается с возрастом. Однако замечено, что в более ранний период самцы присутствовали на первом году жизни.

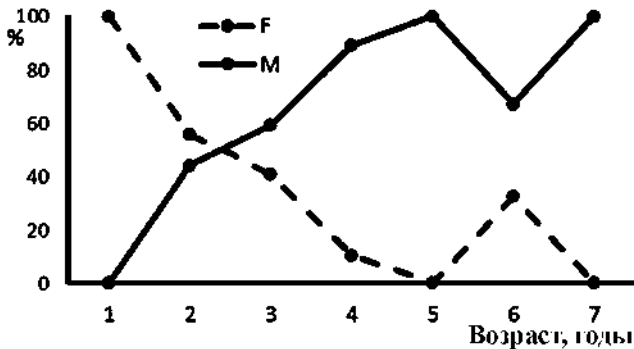


Рис. 1. Соотношение полов у спикары в период 2016—2017 гг.

Установлено, что в первые годы жизни у самок в 2016—2017 гг. коэффициент зрелости в нерестовый период был очень высоким (рис. 2). Замечено, что ко времени изменения пола у самок величина гонадосоматического индекса (ГСИ) снижается до 6,23 %. У самцов идет постепенное повышение показателя ГСИ с 3-го по 6-й год жизни, но сами величины исследованного параметра ниже по сравнению с самками.

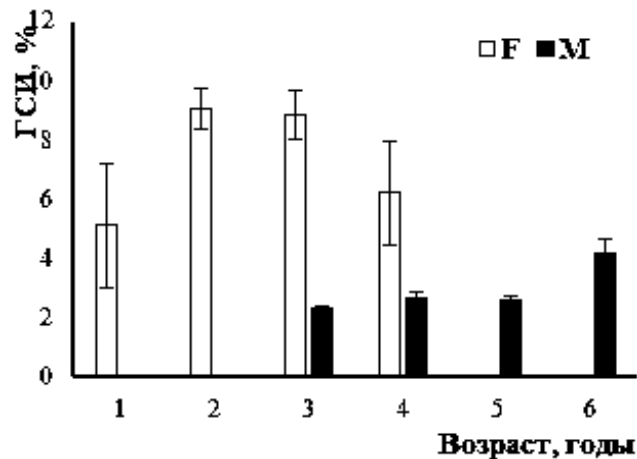


Рис. 2. Гонадо-соматический индекс спикары в нерестовый период в 2016—2017 гг.

При сравнении полученных нами данных о величинах ГСИ можно подытожить, что в современный период замечено падение активности репродуктивного потенциала у самок; у самцов отличий от показателей 2011—2012 гг. не выявлено (Экотоксикологические исследования ... , 2016).

Установлен незначительный линейный рост самок спикары в течение 4-х лет, хотя по массе ежегодный прирост составлял от 3 до 7 г до конца жизни. Для самцов показана сходная картина: малое увеличение размеров и существенное (почти 10 г в год) возрастание веса (см. таблицу).

Размерно-массовый состав спикары в 2016—2017 гг. ( $M \pm m$ )

Возраст, годы	Самки	Самцы
1	$8,54 \pm 0,270$ $10,67 \pm 0,810$	—
2	$9,10 \pm 0,067$ $13,91 \pm 0,380$	—
3	$10,30 \pm 0,197$ $19,52 \pm 1,290$	$12,65 \pm 0,740$ $37,50 \pm 6,400$
4	$11,41 \pm 0,470$ $28,29 \pm 3,220$	$13,64 \pm 0,230$ $48,47 \pm 2,740$
5	—	$14,18 \pm 0,299$ $54,16 \pm 3,830$

Примечание — числитель —  $S_l$ , см; знаменатель — масса, г

В 2016—2017 гг. установлено увеличение стандартной длины и массы у самок по сравнению с периодом 2008—2012 гг., однако, в возрасте 4-х лет самки всё ещё не достигли высоких величин длины, наблюдаемой с 2002 по 2007 г. При таком же сравнении существенные изменения произошли относительно 2008—2012 гг. (Экотоксикологические исследования ... , 2016) и у самцов: в современный период они стали крупнее (по длине и по массе).

### Выводы

1. Для 2016—2017 гг. установлено увеличение размера и массы как самок, так и самцов спикары по сравнению с предыдущими годами.

2. Массовая смена пола отмечена на 3—4-м год жизни; отмечено характерные для вида сроки формирования и смены пола.

3. Величина ГСИ в 2016—2017 гг. у самок в нерестовый период стала ниже.

Работа выполнена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана».

### Литература

- Болтачев А.Р., Карпова Е.П.** Ихтиофауна прибрежной зоны Севастополя (Чёрное море) // Морск. экол. журн. 2012. Т. 11, № 2. С. 10—27.
- Лакин Г.Ф.** Биометрия. М: Высш. школа, 1973.
- Овен А.С., Руднева И.И., Шевченко Н.Ф.** Сравнительный анализ популяционных показателей некоторых черноморских видов рыб, обитающих в бухтах района Севастополя // Естественно-биологические и экологические проблемы Восточного Крыма. Керчь: ТНУ, 2001. С. 55—60.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М: Пищ. пром-ть, 1966.
- Салехова Л.П.** Смаридовые рыбы морей Средиземноморского бассейна. Киев: Наук. думка, 1979.
- Световидов А.Н.** Рыбы Чёрного моря. М: Наука, 1964.
- Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / отв. ред. И.И. Руднева. М: ГЕОС, 2016.
- Abnormalities in the reproductive health of flounder *Platichthys flesus* exposed to effluent from a sewage treatment works / С.М. Lue [et al.] // Mar. Pollut. Bull. 1997. Vol. 34, № 1. P. 34—41.
- Estrogenic potency of chemicals detected in sewage treatment plants effluents as determined by in vivo assays with Japanese medaka (*Oryzias latipes*) / С.Д. Metcalfe [et al.] // Environ. Toxicol. Chem. 2001. Vol. 20, № 2. P. 297—308.

УДК 595.36

### ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕВЕТОК РОДА *PALAEMON* WEBER, 1795 (CRUSTACEA: DECAPODA: PALAEMONIDAE) В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ (АЗОВСКОЕ МОРЕ)

А.В. Кулиш<sup>1</sup>, Е.М. Саенко<sup>2</sup>, Е.А. Марушко<sup>2</sup>, Д.М. Левинцова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», г. Керчь, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: kulish1972@mail.ua, saenko\_e\_m@azniirkh.ru

#### Введение

Креветки рода *Palaemon* WEBER, 1795 является наиболее значимой группой десятиногих ракообразных в Азово-Черноморском бассейне. Это обусловлено тем, что 2 вида рода *Palaemon*: черноморская травяная креветка — *P. adspersus* (RATHKE, 1837) и черноморская каменная креветка — *P. elegans* (RATHKE, 1837) являются объектами промысла, для которых Правилами рыболовства для Азово-Черноморского бассейна (Правила рыболовства ..., 2017) установлены сроки добычи и определён перечень разрешённых орудий лова. Объём добычи креветок в Азово-Черноморском секторе Российской Федерации, исходя из данных промысловой статистики в 2017 г., составил 210,6 т, в том числе 3,8 т в Керчен-

ском проливе. Но если взять во внимание не учитываемый официально любительский лов, то данные об изъятии будут выше. В условиях повышенного интереса к травяной креветке и интенсификации использования её промысловых запасов, несомненно, возникает необходимость дополнительного и систематического сбора и обобщения данных о состоянии её популяции, распространении и особенностях экологии.

Научный интерес к данной группе креветок не ослабевает ещё и по тому, что в настоящее время это одна из самых многочисленных и динамичных таксономических групп десятиногих ракообразных в Чёрном море. Исходя из последней сводки С.Е. Аносова (Anosov, Spiridonov, Marin, 2012) в бас-

сейне отмечено 5 видов *Palaemon*, в том числе *Palaemon elegans* РАТНКЕ, 1837; *Palaemon adspersus* РАТНКЕ, 1837; *Palaemon serratus* (PENNANT, 1777); *Palaemon longirostris* Н. MILNE EDWARDS, 1837; *Palaemon macrodactylus* РАТНВУН, 1902. При этом, два вида являются в бассейне инвазионными, вселившись в Чёрное море в начале XXI столетия.

Цель работы: используя данные предварительных сборов 2015—2017 гг. изучить видовое разнообразие, размерно-весовой состав, а также распределение взрослых креветок рода *Palaemon* в пределах Керченского пролива.

### Материал и методы

Материалом для данных исследований послужили пробы креветок рода *Palaemon* из 17 участков акватории Керченского пролива расположенных по обоим его берегам по всей его длине и отобранные на протяжении 2015—2017 гг. (рис. 1).



Рис. 1. Места отбора проб креветок рода *Palaemon*.

1, 4 — с. Жуковка; 2, 13 — м. Тузла; 3, 10 — ур. Печка; 5 — бух. Керченская (Чача); 6 — бух. Керченская (м. Карантинный); 7 — бух. Керченская (Сморжевского); 8 — с. Набережное; 9, 16 — м. Панагия; 11 — м. Такиль; 12 — к. Чушка; 14 — пос. Приморский; 15 — ст-ца Тамань; 17 — бух. Камыш-Бурун

Сбор материала осуществляли в следую-

щем хронологическом порядке по участкам: №№ 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 в 2015 г.; №№ 1 и 2 в 2016 г.; №№ 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 и 17 в 2017 г. При этом пробы креветок отбирали на участках, как с песчаным (песчано-илистым) грунтом с взморником (*Zostera sp.*), так и на каменистых грунтах с цистозирой (*Cystoseira sp.*).

Работы проводили на прибрежных участках верхней сублиторали с глубинами от 0 до 2 м. Отлов Decapoda осуществляли с помощью гидробиологического сачка (вход 60×40 см, ячея 1 мм). Всего за 2015—2017 гг. на 17 участках было отобрано и обработано 799 особей креветок рода *Palaemon*. Собранный материал на месте фиксировали 4%-м раствором формальдегида, либо при возможности замораживали.

В лабораторных условиях осуществляли определение видов креветок (Gonzalez-Ortegon, Cuesta, 2006), для каждой особи определяли промысловую длину ( $L_p$  — расстояние от заднего края глазничной впадины до конца тельсона) с точностью до 1 мм и массу особи ( $m$ ) с точностью до 0,01 г (Изучение экосистем ... , 2005). Для обработки базы полученных промеров использовали стандартные статистические методы реализованные в пакете компьютерной программы Microsoft Excel 2016.

### Результаты и обсуждение

В отобранном материале установлено наличие всех 3 аборигенных для бассейна видов креветок — *P. elegans* (каменная креветка), *P. adspersus* (травяная креветка) и *P. serratus*. В структуре по видам в целом наибольшим числом особей представлены *P. adspersus* (523 экз.), в меньшей степени *P. elegans* (244 экз.). Креветки *P. serratus* были представлены всего 32 экз., причём они были установлены лишь в сборах 2017 г. в юго-западной причерноморской части Керченского пролива (рис. 2).

В связи с контрастными и нестабильными абиотическими условиями (солёность воды, её среднегодовая и сезонная температура) в Керченском проливе распределение креветок по видам учитывалось группированием участков отбора по трём районам, имеющим сходные характеристики: причерноморская

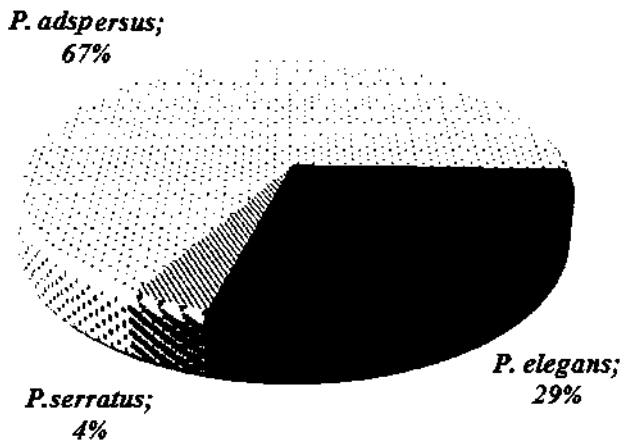


Рис. 2. Структура креветок рода *Palaemon* в Керченском проливе по видам

часть пролива (I) с точками отбора №№ 3, 8, 9, 10, 11, 16; переходная часть пролива (II) с точками отбора №№ 2, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 17; приазовская часть пролива (III) с точками отбора №№ 1 и 4. Количественное распределение креветок рода *Palaemon* по видам в зависимости от района было различным (рис. 3).

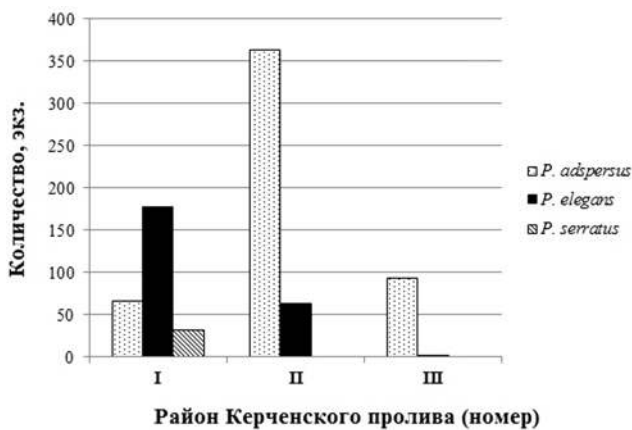


Рис. 3. Распределение креветок рода *Palaemon* по районам Керченского пролива

Отмечено, что район I отличается наибольшим разнообразием по видам, где отмечены *P. elegans*, *P. adspersus* и *P. serratus*. В этом районе по численности в уловах доминирует каменная креветка (73 %) всех особей данного вида, отобранных в Керченском проливе,

происходят из этого района, несомненно, подверженного влиянию Чёрного моря. В II и III районах отмечено два вида креветок — *P. elegans* и *P. adspersus*. Доминирует по численности в обоих районах креветка *P. adspersus*, а численность *P. elegans* значительно меньше. Отмечено, что доля каменной креветки от I к III району уменьшается (I — 73 %, II — 26 %, III — 1 %). Изменение представленности (численности) *P. elegans* по проливу от её южной части к северной возможно описать степенной функцией:  $y = 275,05x^{-3,805}$  при  $R^2 = 0,8073$ .

Установлено, что численность (частота встречаемости) креветок по видам зависит от характеристики биотопа (характера грунта, наличия и вида растительности) (рис. 4). На песчано-илистых грунтах с доминированием zostеры, а также на каменистых грунтах с доминированием цистозирры, могут встречаться все три вида. Частота встречаемости травяной креветки будет значительно выше (80 %), чем у каменной (17 %). И, наоборот, на каменистых грунтах с доминированием цистозирры частота для *P. elegans* увеличивается до 68 %, а частота для *P. adspersus* уменьшается до 24 %. Доля *P. serratus* по предварительным данным не зависит от характера биотопа, но указанное требует дальнейшего изучения.



Рис. 4. Распределение креветок рода *Palaemon* по основным биотопам Керченского пролива

Выполненные промеры длины креветок

Результаты измерения и взвешивания креветок рода *Palaemon* из Керченского пролива

Вид креветки	Длина ( $L_p$ ), см		Масса ( $m$ ), г	
	Lim	$M \pm m$	Lim	$M \pm m$
<i>Palaemon elegans</i>	1,6—4,5	$3,10 \pm 0,07$	0,1—2,2	$0,73 \pm 0,05$
<i>Palaemon adspersus</i>	2,1—6,1	$4,49 \pm 0,82$	0,1—4,8	$1,81 \pm 0,86$
<i>Palaemon serratus</i>	2,2—3,9	$3,04 \pm 0,07$	0,2—1,4	$0,68 \pm 0,05$

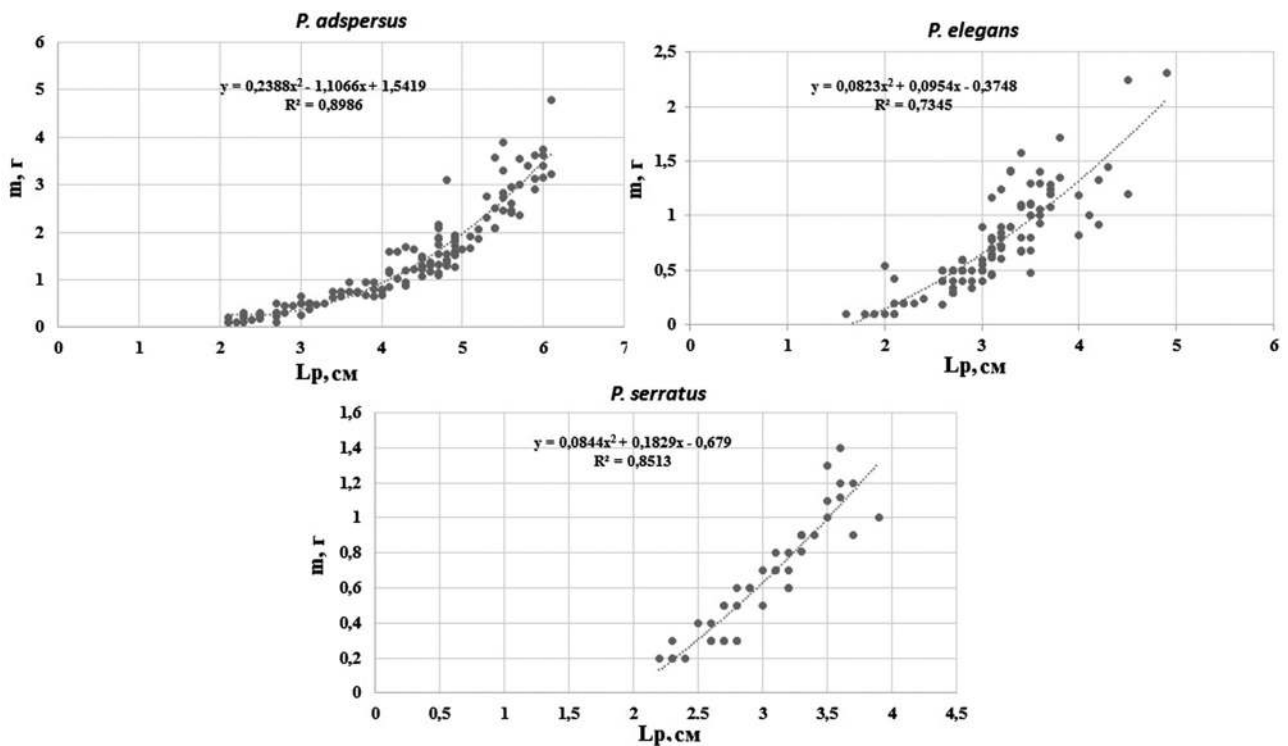


Рис. 5. Соотношение длины ( $L_p$ ) и массы тела ( $m$ ) креветок рода *Palaemon* Керченского пролива

и определения их индивидуальной массы тела свидетельствуют о широких пределах вариации указанных признаков (см. таблицу).

Длина особей *P. elegans* изменялась в пределах от 1,6 до 4,5 см, при вариации массы тела от 0,1 до 2,2 г. Длина *P. adspersus* варьировала от 2,1 до 6,1 см, а масса креветок от 0,1 до 4,8 г. Значение длины для *P. serratus* изменялось в пределах от 2,2 до 3,9 см, при индивидуальной массе от 0,2 до 1,4 г.

При исследовании зависимости промысловой длины тела креветок каждого из видов и их индивидуальной массы установлены ряд зависимостей. Зависимость между указанными величинами описывается полиномиальной функцией с достаточно высокими значениями величины достоверности аппроксимации ( $R^2$ ). Этот показатель для линии тренда *P. elegans* составляет 0,7345, для *P. adspersus* — 0,8986, а для *P. serratus* — 0,8513 (рис. 5).

### Заключение

1. Проведёнными исследованиями установлено, что фауна креветок рода *Palaemon* в Керченском проливе представлена тремя видами — *P. elegans*, *P. adspersus* и *P. serratus*. По численности доминирует *P. adspersus* (67%), креветок *P. elegans* меньше (29 %). Доля креветок *P. serratus* незначительна (4 %).

2. Численность (частота) каменной креветки (*P. elegans*) уменьшается по проливу с юга на север, что вероятно связано с изменением условий обитания (солёности, наличия типовых биотопов и других) от оптимальных для данного вида. Напротив, численность (частота) травяной креветки (*P. adspersus*) увеличивается с юга на север. Вид *P. serratus* отмечается спорадически, что связано с естественными всплесками численности его популяции в Чёрном море и миграцией его особей в Керченский пролив (на примере 2017 г.).

### Литература

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 3. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны / Е.И. Блинова [и др.]. М.: Изд-во ВНИРО, 2005.

Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна. Приказ Минсельхоза России от 01.08.2013 № 293 (в ред. Приказов Минсельхоза России от 14.07.2014 № 273 от 02.02.2015 № 29 от 09.06.2015 № 234, от 22.06.2016 № 263, от 12.05.2017 № 225, от 29.11.2017 № 596). М., 2013.

Anosov S.E., Spiridonov V.A., Marin I.N. A revised check-list of the Black Sea // Abstracts of contributions presented at the TCSSM 2012 and the 10th CCDM (June 3—7, 2012). Athens, 2012. P. 124.

Gonzalez-Ortegon E., Cuesta J.A. An illustrated key to species of *Palaemon* and *Palaemonetes* (Crustacea: Decapoda: Caridea) from European waters, including the alien species *Palaemon macrrodactylus* // J. Mar. Biol. Ass. 2006. Vol. 86. P. 93—101.

De Grave S., Franssen C.H.J.M. Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda) // Zool. Med. Leiden. 2011. Vol. 85. P. 195—588.

УДК 595.36

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФАУНЫ DECAPODA (CRUSTACEA: MALACOSTRACA) АКВАТОРИИ ООПТ «МЫС МАРТЬЯН» (ЧЁРНОЕ МОРЕ, РЕСПУБЛИКА КРЫМ)**

А.В. Кулиш<sup>1</sup>, А.А. Сергеенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», г. Керчь, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», г. Ялта, Россия

E-mail: kulish1972@mail.ua, al\_sergeyenko@mail.ru

**Введение**

Особо охраняемая природная территория «Мыс Мартьян» (ООПТ «Мыс Мартьян», с 1973 г. по 2017 г. заповедник «Мыс Мартьян») расположена в окрестностях г. Ялты, у пос. Никита, на землях Никитского ботанического сада. Это единственная в Крыму территория с естественными ландшафтами субсредиземноморья, в связи с чем её сохранение и изучение имеет большое научное и природоохранное значение. Охраняемый природный комплекс наряду с прибрежной наземной частью имеет и аквальную, площадь 120 га (Плугатарь, 2015). Указанная акватория представляет собой пример классической верхней сублиторали Чёрного моря, наименее затронутой деятельностью человека. Горный рельеф прибрежной местности с крутыми скалистыми склонами, навалами известнякового щебня и мелких глыб имеет непосредственное значение в формировании морфологических особенностей донных биотопов. Мористее непосредственно вдоль изрезанной береговой линии тянутся чередующиеся подвижные каменистые пляжи, лишённые каких-либо макрофитов, и участки глыбовых навалов с обильно развитой водной растительностью. Берега слабо изрезанные, не имеют заливов и бухт, в связи с чем подвер-

гаются интенсивному воздействию волн, особенно во время штормов.

При выполнении работы была поставлена цель обобщить имеющийся литературный материал, а также результаты полевых исследований, выполненных А.В. Кулишом в 2017 г., относительно таксономического состава, распространения и численности десятиногих ракообразных (Decapoda, Latreille, 1802) в пределах акватории ООПТ «Мыс Мартьян». Тем более, что видовое богатство десятиногих в морских водах Чёрного моря постоянно увеличивается и составляет по последним исследованиям 43 вида (Anosov, Spiridonov, Marin, 2012). Актуальность работы обусловлена необходимостью обновления таксономического списка исследуемой группы в пределах ООПТ с привлечением результатов известных исследований. Список составлен с учётом недавних изменений, принятых в систематике десятиногих ракообразных (Ng, Guinot, Davie, 2008; A classification ... , 2009; De Grave, Franssen, 2011; Osawa, McLaughlin, 2010). Список дополнен краткими аннотированными данными о распространении и численности каждого из видов.

Ретроспектива изучения Decapoda акватории ООПТ «Мыс Мартьян». Научно-исследовательские работы по изучению зоо-

бентоса акватории Чёрного моря в пределах современных границ территории ООПТ «Мыс Мартъян» и прилегающих к ней участков были начаты лишь в середине XX в. Так, первыми известными исследованиями стали работа Киселевой и Славиной, а также Киселевой, выполненные в 1957 и 1973 г. соответственно (Шарыгин, 1976). Однако, в большей части сбор материала проводился на большом удалении от берега, на глубинах более 50 м. В 1976 г. С.А. Шарыгин (1976) в своей статье впервые публикует аннотированный перечень видов фауны акватории заповедника, включающий, в том числе, 14 видов ракообразных, относящихся к отряду Decapoda, представленных 2-мя видами плавающих (Natantia) и 12-тью ползающих (Reptantia). Автор в комментариях к публикации отмечает о недостаточной изученности зообентоса прибрежной полосы, особенно до глубин 10—15 м. В последующий период, несмотря на сравнительно большое внимание к исследованиям донной фауны указанной акватории в целом (Гринцов, 2008; Макрофауна ... , 2015; Макрозообентос ... , 2016), а также зообентоса биотопов цистозир в частности (Маслов, Куропатов, 1986, 1987; Зайцев, Куропатов, 1988; Куропатов, 1988; Киселева, Азарова, Лебедева, 2007), данные по десятиногим весьма скудны и ограничиваются упоминанием находок лишь единичных видов. Наиболее значимым в указанных работах является упоминание о креветке *Hippolyte leptocerus*, впервые отме-

ченной в 1984 г. в биотопе цистозир заповедника (Маслов, Куропатов, 1986). Таким образом, целенаправленная работа по изучению собственно фауны Decapoda по акватории «Мыс Мартъян», исходя из доступных нам литературных источников, не проводилась.

В сезон 2017 г. А.В. Кулишом при проведении предварительного обследования прибрежной акватории ООПТ «Мыс Мартъян» с применением визуальных методов наблюдения, в пределах верхней сублиторали на глубинах от 0 до 2 м отмечено 4 вида десятиногих ракообразных — *Palaemon elegans*, *Clibanarius erythropus*, *Eriphia verrucosa* и *Pachygrapsus marmoratus*. Креветка *Palaemon elegans*, являющаяся обычным аборигенным видом для Чёрного моря, нами указывается для данной акватории впервые, что обусловлено узкой направленностью проведённых ранее исследований.

Таксономический список Decapoda акватории ООПТ «Мыс Мартъян».

Проведённый анализ данных из литературных источников, а также материалы исследований автора позволяют утверждать, что в пределах акватории ООПТ «Мыс Мартъян» установлено 16 видов ракообразных, относящихся к отряду Decapoda. Указанные виды относятся к 13 семействам из 4 инфраотрядов, в том числе 4 вида настоящих креветок (Caridea), 1 вид роющих раков (Gebiidea), 3 вида неполнохвостых (Anomura) и 8 видов крабов (Brachyura).

Отряд DECAPODA LATREILLE, 1802

Подотряд Pleocyemata BURKENROAD, 1963

Инфраотряд Caridea DANA, 1852

Надсемейство Palaemonoidea RAFINESQUE, 1815

Семейство Palaemonidae RAFINESQUE, 1815

Подсемейство Palaemoninae RAFINESQUE, 1815

Род *Palaemon* WEBER, 1795

1. *Palaemon adspersus* RATHKE, 1837

2. *Palaemon elegans* RATHKE, 1837

Надсемейство Alpheoidea RAFINESQUE, 1815

Семейство Alpheidae RAFINESQUE, 1815

Род *Athanas* LEACH, 1814 [in LEACH, 1813—1815]

3. *Athanas nitescens* (LEACH, 1813 [in LEACH, 1813—1814])

Семейство Hippolytidae SPENCE BATE, 1888

Род *Hippolyte* LEACH, 1814 [in LEACH, 1813—1815]

4. *Hippolyte leptocerus* (HELLER, 1863a)



- Инфраотряд Gebiidea <sup>de Saint Laurent</sup>, 1979  
 Семейство Upogebiidae BORRADAILE, 1903b  
 Род *Upogebia* LEACH, 1814 [in LEACH, 1813—1815]  
 5. *Upogebia pusilla* (PETAGNA, 1792)
- Инфраотряд Аномига MACLEAY, 1838  
 Надсемейство Galattheoidea SAMOUELLE, 1819  
 Семейство Porcellanidae HAWORTH, 1825  
 Род *Pisidia* LEACH, 1820  
 6. *Pisidia longimana* (RISSO, 1816)
- Надсемейство Paguroidea LATREILLE, 1802  
 Семейство Diogenidae ORTMANN, 1892a  
 Род *Clibanarius* DANA, 1852c  
 7. *Clibanarius erythropus* (LATREILLE, 1818)  
 Род *Diogenes* DANA, 1851a  
 8. *Diogenes pugilator* ROUX, 1828
- Инфраотряд Врachuиra LINNAEUS, 1758  
 Секция Eubrachuиra DE SAINT LAURENT, 1980  
 Подсекция Heterotremata GUINOT, 1977
- Надсемейство Eriphioidea MACLEAY, 1838  
 Семейство Eriphiidae MACLEAY, 1838  
 Род *Eriphia* LATREILLE, 1817  
 9. *Eriphia verrucosa* (FORSKAL, 1775)
- Надсемейство Majoidea SAMOUELLE, 1819  
 Семейство Inachidae MACLEAY, 1838  
 Род *Macropodia* LEACH, 1814 [in LEACH, 1813—1815]  
 10. *Macropodia rostrata* (LINNAEUS, 1761)
- Надсемейство Pilumnoidea SAMOUELLE, 1819  
 Семейство Pilumnidae SAMOUELLE, 1819  
 Подсемейство Pilumninae SAMOUELLE, 1819  
 Род *Pilumnus* LEACH, 1816a  
 11. *Pilumnus hirtellus* (LINNAEUS, 1761)
- Надсемейство Portunoidea RAFINESQUE, 1815  
 Семейство Carcinidae MACLEAY, 1838  
 Подсемейство Carcininae MACLEAY, 1838  
 Род *Carcinus* LEACH, 1814 [in LEACH, 1813—1815]  
 12. *Carcinus aestuarii* NARDO, 1847
- Подсемейство Polybiinae ORTMANN, 1893a  
 Род *Liocarcinus* STIMPSON, 1871b  
 13. *Liocarcinus depurator* (LINNAEUS, 1758)
- Надсемейство Potamoidea ORTMANN, 1896  
 Семейство Potamidae ORTMANN, 1896  
 Подсемейство Potaminae ORTMANN, 1896  
 Род *Potamon* SAVIGNY, 1816  
 14. *Potamon ibericum* (BIEBERSTEIN, 1808)
- Надсемейство Xanthoidea MACLEAY, 1838  
 Семейство Xanthidae MACLEAY, 1838  
 Подсемейство Xanthinae MACLEAY, 1838  
 Род *Xantho* LEACH, 1814 [in LEACH, 1813—1815]  
 15. *Xantho poressa* (OLIVI, 1792)  
 Подсекция Thoracotremata GUINOT, 1977

Надсемейство Grapsoidea MACLEAY, 1838

Семейство Grapsidae MACLEAY, 1838

Род *Pachygrapsus* RANDALL, 184016. *Pachygrapsus marmoratus* (FABRICIUS, 1787)**Комментарии к списку Decapoda.****1. *Palaemon adspersus* РАТНКЕ, 1837.**

Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976). По его данным креветка обитает на мелководных участках с зарослями цистозир и зостеры, многочисленна и в каменистой сублиторали береговой линии 14-го и 8-го кварталов заповедника. Летом 2014 г. отмечен М.В. Макаровым (2015) в обрастаниях на крупных валунах на глубинах 0,1 и 2,5 м при средней численности 4 экз./м<sup>2</sup>.

**2. *Palaemon elegans* РАТНКЕ, 1837.** Отмечен А.В. Кулишом в июле и октябре 2017 г. в развалах валунов вдоль всей протяжённости акватории заповедника, а также на бунах пос. Никита при плотности 1—3 экз./м<sup>2</sup> (данные автора). Предпочитает твёрдые каменистые участки валунов, избегает плотные обрастания бурых водорослей (*Cystoseira* и др.). Крупные особи держатся преимущественно в нишах и щелях между валунами.

**3. *Athanas nitescens* (LEACH, 1813 [in LEACH, 1813—1814]).** Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976). По его данным креветка обитает среди поселений мидий в камнях и прибрежных водорослях, обычно на мелководье. Обнаружены в цистозире в береговой полосе 14 квартала. Позже, в 2004 г. отмечен В.В. Муриной (данные летописи заповедника за 2004 г.), а также в 2008 г. В.А. Гринцовым (Гринцов, Лисицкая, Мурина, 2008). По данным М.В. Макарова с соавторами (Макрофауна ... , 2015) летом 2014 г. на глубинах 0,1 и 2,5 м в обрастаниях на крупных валунах его средняя численность составляла 11 экз./м<sup>2</sup>.

**4. *Hippolyte leptocerus* (HELLER, 1863a).**

Впервые в акватории заповедника отмечен И.И. Масловым и Л.А. Куропатовым в декабре 1984 г. на глубине 9 м при исследовании макроэпифитона обрастаний цистозир (как *H. longirostris*) при численности 48 экз./кг и биомассе 110 мг/кг (Маслов, Куропатов, 1986). В дальнейшем регулярно отмечается рядом исследователей: в 1985 г. И.И. Масловым и Л.А. Куропатовым (летом 1985 г. численность

в цистозире на глубинах 3, 6, и 9 м составляла соответственно 16, 16 и 37 экз./кг) (Маслов, Куропатов, 1987); в 1986 г. Ю.П. Зайцевым и Л.И. Куропатовым (численность креветки в макроэпифитоне цистозир на глубинах 3, 6 и 9 м весной составляла 8, 37 и 6 экз./кг, летом — 0, 0, 36 экз./кг, осенью 19, 26, 96 экз./кг и зимой 5, 1, 46 экз./кг соответственно) (Зайцев, Куропатов, 1988; Куропатов, 1988); в 2004 г. В.В. Муриной (данные летописи заповедника за 2004 г.); в 2004—2006 гг. Г.А. Киселевой (численность в цистозире на створе Западный на глубине 0,5 м осенью 2004 и 2005 гг. составила соответственно 3,5 и 3,3 экз./кг, летом 2005 г. на глубине более 2 м — 2 экз./кг) (Киселева, Азарова, Лебедева, 2007); в 2008 г. В.А. Гринцовым (Гринцов, Лисицкая, Мурина, 2008); в 2014 г. М.В. Макаровым (летом 2014 г. на глубинах 0,1 и 2,5 м в обрастаниях на крупных валунах средняя численность составила 4 экз./м<sup>2</sup>) (Макрофауна ... , 2015; Макрозообентос ... , 2016).

**5. *Urogebia pusilla* (PETAGNA, 1792).**

Единственный раз упомянут в пределах заповедника в списке С.А. Шарыгина (1976). При этом одна особь длиной до 54 мм была обнаружена на песке на глубине 10 м в районе Ай-Даниля.

**6. *Pisidia longimana* (Risso, 1816).** Указан в списке С.А. Шарыгина (1976), как обычный вид обрастаний цистозир в заповеднике. Позже отмечался В.А. Гринцовым (в апреле 2006 г. численность в обрастаниях волнореза в заповеднике на глубине 0—0,5 м составляла 19 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 0,32 г/м<sup>2</sup>) (Гринцов, Лисицкая, Мурина, 2008) и М.В. Макаровым (летом 2014 г. на глубинах 0,1—2,5 м в обрастаниях на крупных валунах численность составила 7 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 0,007 г/м<sup>2</sup>) (Макрофауна ... , 2015).

**7. *Clibanarius erythropus* (LATREILLE, 1818).** Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976). По его данным отшельник длиной до 3 см поселяется в раковинах *Gibbula*, *Cerithium* и *Rapana*, причём в последних достигает больших размеров, редок, встречается на пес-

ке у Монтедора и на камнях в заповеднике начиная с глубины 3–5 м. Позже, в 2016 г. упоминается М.В. Макаровым (Макрозообентос ... , 2016). Отмечен А.В. Кулишом в июле и октябре 2017 г. у берега на глубинах 0–2 м на галечниковых пляжах и среди валунов при плотности 2–4 экз./м<sup>2</sup> (данные автора).

**8. *Diogenes pugilator* Roux, 1828.** Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976), как массовый вид, встречающийся в раковинах *Kana*, *Gibbula*, *Tritia*, *Rapana* на песчаных грунтах Монтедора.

**9. *Eriphia verrucosa* (FORSKAL, 1775).** Отмечен в списке С.А. Шарыгина (1976) как обитатель скал, россыпей камней с водорослями на участках с глубиной до 30 м, реже встречается на песке. Автор также отмечает, что в связи с введением режима заповедности его численность в 1976 г. увеличилась. В июле 2017 г. А.В. Кулиш отмечал единичные крупные особи данного вида краба в развалах валунов с обрастаниями макрофитов.

**10. *Macropodia rostrata* (LINNAEUS, 1761).** Отмечен в заповеднике лишь один раз С.А. Шарыгиным (1976) на Монтедоре в 1974 г. на обросшем макрофитами камне среди песка на глубине 10 м.

**11. *Pilumnus hirtellus* (LINNAEUS, 1761).** Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976). При этом автор указывает, что вид редок, обнаружен в зарослях цистозиры на скале «Первый Верблюд». Найден в апреле 2006 г. В.А. Гринцовым (Гринцов, Лисицкая, Мурина, 2008) в обрастаниях волнореза в районе заповедника «Мыс Мартьян» на глубинах 0–0,5 м при численности около 6 экз./м<sup>2</sup>, а также летом 2014 г. М.В. Макаровым (Макрофауна ... , 2015) на глубинах 0,1 и 2,5 м в обрастаниях на крупных валунах с численностью 4 экз./м<sup>2</sup>.

**12. *Carcinus aestuarii* NARDO, 1847.** Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976), как *Carcinus mediterraneus* Czern., 1884. Указано, что это редкий вид, встречающийся на Монтедоре в зарослях макрофитов на песке.

**13. *Liocarcinus depurator* (LINNAEUS, 1758).** Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976), как весьма обычный вид на Монтедоре.

**14. *Potamon ibericum* (VIEBERSTEIN, 1808).** Указан в списке С.А. Шарыгиным (1976), как редкий вид, встречающийся в Никитском ботаническом саду в ручье, протекающем по Чёртовой балке и впадающем в море на Монтедоре.

**15. *Xantho poressa* (OLIVI, 1792).** Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976). Автором указывается, что это обычный вид на побережье заповедника, его особи живут под камнями, в гальке в зоне прибоя, а также на глубинах до 15 м, у берега многочислен.

**16. *Pachygrapsus marmoratus* (FABRICIUS, 1787).** Отмечен в списке С.А. Шарыгиным (1976). При этом указывается, что это самый распространённый краб береговой полосы, обитает в большом количестве не только на каменистом побережье заповедника, но и на пляжных волноломах Монтедора. Позже в апреле 2006 г. отмечается В.А. Гринцовым (Гринцов, Лисицкая, Мурина, 2008) в обрастании волнореза в районе заповедника «Мыс Мартьян» на глубинах 0–0,5 м со средней рассчитанной численностью 0,91 экз./м<sup>2</sup>. В июле и октябре 2017 г. отмечен А.В. Кулишом в каменистых биотопах из валунов и глыб вдоль всей западной части акватории заповедника при плотности 2–4 экз./м<sup>2</sup>.

#### Заключение

Фауна Decapoda акватории ООПТ «Мыс Мартьян» представлена 16 видами, что составляет 37,2 % от общего современного разнообразия десятиногих ракообразных Чёрного моря (43 вида) или 45,7 % от его аборигенной части (35 видов). Ни один из 8 видов вселенцев Чёрного моря до настоящего времени в заповеднике не отмечен. При этом, три вида крабов (*Eriphia verrucosa*, *Potamon ibericum*, *Pachygrapsus marmoratus*), обитающие в акватории ООПТ «Мыс Мартьян», внесены в Красную книгу Республики Крым.

Необходимо указать, что сравнительно невысокое разнообразие декапод в акватории ООПТ «Мыс Мартьян» объясняется не столько его низким показателем, а в большей степени малой изученностью территории, особенно в его глубоководной части.

#### Литература

Гринцов В.А., Лисицкая Е.В., Мурина В.В. Новые данные о фауне беспозвоночных

прибрежной акватории заповедника «Мыс Мартьян» (Чёрное море) // Экология моря 2008. Вып. 75. С. 53—57.

**Зайцев Ю.П., Куропатов Л.А.** Изменчивость зооценоза цистозеры в разных экологических условиях Южного берега Крыма // Труды ГНБС. 1988. Т. 104. С. 103—113.

**Киселева Г.А., Азарова М.А., Лебедева Л.С.** Эпифитон зарослей водорослей природного заповедника «Мыс Мартьян» // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: тематич. сб. науч. тр. Симферополь: ТНУ, 2007. Вып. 17. С. 90—94.

**Куропатов Л.А.** Экспериментальное изучение сукцессионных изменений зооценоза цистозеры // Труды ГНБС. 1988. Т. 104. С. 113—121.

Макрозообентос обрастаний гидротехнических сооружений в районах, различающихся по экологическим условиям у побережья Крыма (Чёрное море) / М.В. Макаров [и др.] // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2016. № 1 (11). С. 76—80.

Макрофауна обрастаний естественных твёрдых субстратов (валунов) в акватории природного заповедника «Мыс Мартьян» (Чёрное море, Крым) / М.В. Макаров [и др.] // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России: материалы XVII Междунар. науч. конф., Нальчик, 05—06 ноября 2015 г. Нальчик: Типография ИПЭ РД, 2015. С. 484—490.

**Маслов И.И., Куропатов Л.А.** К детальному описанию биоценоза цистозеры заповедника «Мыс Мартьян» // Бюлл. ГНБС. 1987. Вып. 63. С. 13—17.

**Маслов И.И., Куропатов Л.А.** К изучению биоценоза цистозеры в районе мыса Мартьян // Бюлл. ГНБС. 1986. Вып. 59. С. 13—17.

Природный заповедник «Мыс Мартьян» / Ю.В. Плугатарь [и др.]. Ялта, 2015.

**Шарыгин С.А.** К фауне акватории ГНБС и заповедника «Мыс Мартьян» // Летопись природы государственного заповедника «Мыс Мартьян». ГНБС. Ялта, 1976. Кн. 3, т. 1. С. 179—226.

A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans / S. De Grave [et al.] // Raffles Bulletin of Zoology. 2009. Suppl. 21. P. 1—109.

Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galattheoidea). Part I – Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea / P.A. McLaughlin [et al.] // The raffles bulletin of zoology. 2010. Suppl. 23. P. 5—107.

**Anosov S.E., Spiridonov V.A., Marin I.N.** A revised check-list of the Black Sea // Abstracts of contributions presented at the TCSSM 2012 and the 10th CCDM (June 3—7, 2012). Athens, 2012. P. 124.

**De Grave S., Fransen C.H.J.M.** Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda) // Zool. Med. Leiden. 2011. Vol. 85. P. 195—588.

**Ng P.K.L., Guinot D., Davie P.J.F.** Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world // Raffles Bulletin of Zoology. 2008. Suppl. 17. P. 1—286.

**Osawa M., McLaughlin P.A.** Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galattheoidea). Part II — Porcellanidae // The raffles bulletin of zoology. 2010. Suppl. 23. P. 109—129.

УДК 595.36

## К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ РАКОВИНЫ РАКАМИ-ОТШЕЛЬНИКАМИ (DIOGENIDAE: ANOMURA: DECARODA) ОБИТАЮЩИМИ В ЧЁРНОМ МОРЕ У БЕРЕГОВ КРЫМА (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ)

А.В. Кулиш, А.В. Юшко

Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия

E-mail: kulish1972@mail.ua

В ходе эволюционного развития внешний вид и образ жизни многих живых существ претерпевал различные изменения, направленные, прежде всего, на выживание и наилучшую адаптацию к среде обитания. Среди ракообразных, принадлежащих к отряду Decapoda, группа раков-отшельников, относящаяся к инфраотряду мягкохвостых раков (Anomura), выделяется характерной особенностью поведения — использованием в качестве переносного временного жилища раковин брюхоногих моллюсков (Gastropoda). Причём разнообразие раковин у разных видов отшельников достаточно велико. У черноморских берегов Крыма в пределах верхней сублиторали обитают два вида раков-отшельников из семейства Diogenidae ORTMANN, 1892 — *Diogenes pugilator* Roux, 1828 и *Clibanarius erythropus* (LATREILLE, 1818).

В качестве цели нашей работы было выбрано следующее: изучить видовое разнообразие раковин брюхоногих моллюсков, которые используются как убежище раками-отшельниками, в прибрежных водах у южного

берега Крымского полуострова на примере бух. Провато (пос. Орджоникидзе, г. Феодосия, Крым), а также, по возможности, установить принципы избираемости раковин каждым из видов отшельников.

### Материал и методы

Материалом для данных исследований послужили сборы раков-отшельников *D. pugilator* и *C. erythropus*, проведённые в период с 25.06.2017 г. по 27.06.2017 г. на контрольных площадках в бух. Провато в пределах набережной и пляжа пос. Орджоникидзе (г. Феодосия, Крым) (рис. 1).

Сбор материала осуществлялся методом сплошного ручного сбора раков с участков дна песчаного пляжа на глубинах 0—5 м имевших включения гальки и неплотные биотопы цистозеры. Всего было собрано 101 экз. раков-отшельников. Материал на месте фиксировался в 4%-м растворе формальдегида. Далее, в лаборатории выполнялось определение вида раковины гастроподы (Голиков, Старобогатов, 1972) и рака-отшельника (Кобякова, Долгопольская, 1969), а также промеры элементов

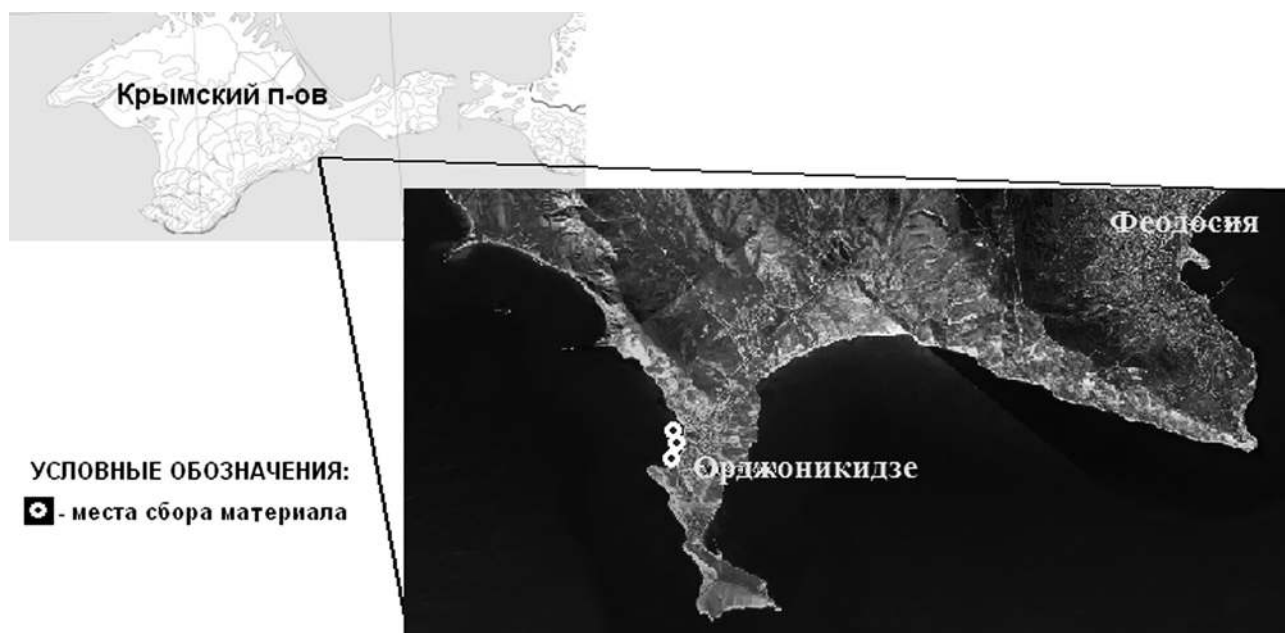


Рис. 1. Участки сбора раков-отшельников

их морфологии. Для измерения использовались штангенциркуль и мерная лента. У каждой раковины измерялись её высота и ширина, высота и ширина устья, высота первого и всех завитков. У отшельников измерялись: длина, ширина и обхват карапакса, длины его передней и задней части; длина и ширина ладони каждой из клешней, длина дактилюса; длина вентральной части меруса первой переподы. Измерения выполнялись с точностью до 0,01 см. Для обработки базы данных выполненных промеров использовались стандартные пакеты компьютерных программ Microsoft Excel 2016 и SPSS 16.0.2.

### Результаты и обсуждение

Отобранные в бух. Провато раки-отшельники были представлены двумя видами *C. erythropus* (35 экз.) и *D. pugilator* (66 экз.) относящимся, соответственно, к родам *Clibanarius* DANA, 1852 и *Diogenes* DANA, 1851 семейства Diogenidae (рис. 2).

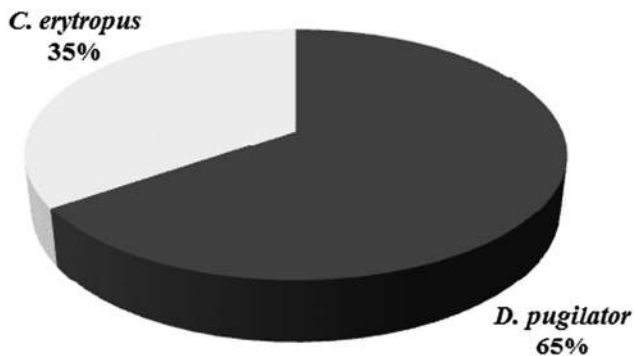


Рис. 2. Структура раков-отшельников по видам

Установлено, что исследуемые раки-отшельники использовали в качестве временного убежища раковины четырёх видов брюхоногих моллюсков: *Tritia reticulata* (Linnaeus, 1758), *Rapana venosa* (VALENCIENNES, 1846), *Gibbula adriatica* (PHILIPPI, 1844) и *Cerithium*

*vulgatum* BRUGUIERE, 1792. При этом, каждый из видов отшельников, использовал характерный набор раковин. Так, *C. erythropus* использовал раковины всех четырёх указанных выше моллюсков (*T. reticulata*, *R. venosa*, *G. adriatica* и *C. vulgatum*), тогда как *D. pugilator* лишь двух (*T. reticulata*, *R. venosa*) (рис. 3). Невысокая избирательность последнего вида подтверждается и данными А. Суат Атеş для Эгейского моря (Атеş, Катаған, Кочатаş, 2007).

Каждый из видов раковин использовался отшельниками в разной степени, что может объясняться различными причинами: как доступностью самих раковин, так и меньшей их привлекательностью. Например, следует учесть то, что раки-отшельники имеют свои предпочтения в выборе биотопа, для которого характерны и определённые виды обитающих там гастропод. Так, особи *D. pugilator* в большей степени встречаются на открытых песчаных или галечниковых участках. Тогда как *C. erythropus* предпочитает каменистые биотопы, представленные крупной галькой и валунами, зачастую покрытые макрофитами (*Cystosira sp.* и др.). Соответственно, в определённом биотопе встречаются свой набор раковин, в том числе не используемые либо малоиспользуемые отшельниками как укрытия. Рассчитанная по полученным данным частота встречаемости свидетельствует о том, что наиболее привлекательным видом раковины для обоих видов отшельников является *T. reticulata* и, в меньшей степени, *R. venosa* (см. таблицу). При этом *D. pugilator* имеющий меньшие размеры тела, использует фактически только раковины *T. reticulata*.

При обработке данных морфологических промеров раковин и отшельников была выявлен ряд значимых корреляционных за-

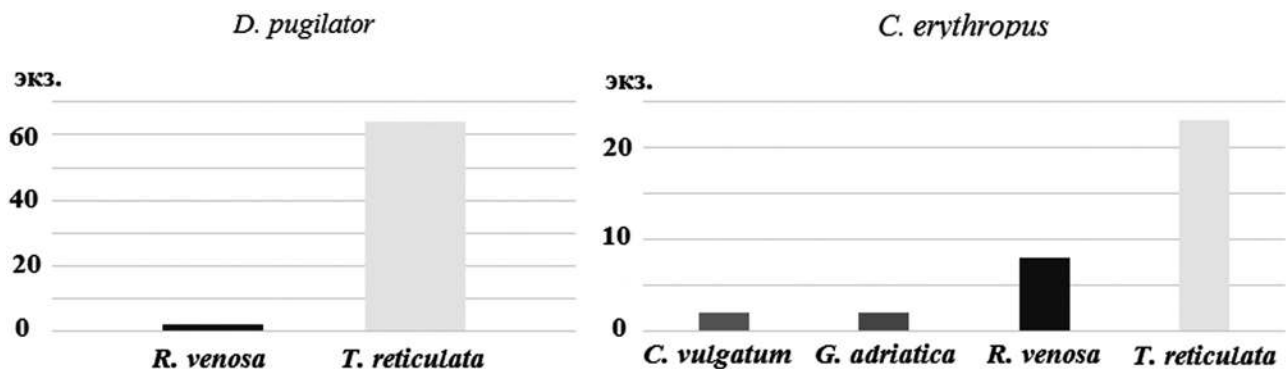


Рис. 3. Использование раковин гастропод разными видами раков-отшельников в бух. Провато

Встречаемость вида раковины как укрытия у разных видов отшельников бух. Провато

Вид моллюска	Вид рака-отшельника			
	<i>Clibanarius erythropus</i>		<i>Diogenes pugilator</i>	
	Кол-во, экз.	Встречаемость, %	Кол-во, экз.	Встречаемость, %
<i>Cerithium vulgatum</i>	2	5,7		
<i>Gibbula adriatica</i>	2	5,7		
<i>Rapana venosa</i>	8	22,9	2	3,0
<i>Tritia reticulata</i>	23	65,7	64	97,0
Всего:	35	100	66	100

висимостей по Пирсону (r-Пирсона).

У особей *C. erythropus* величина корреляции (пропорциональности изменчивости) высока ( $r = 0,839-0,949$ ;  $p \leq 0,001$ ) попарно между всеми основными промерами отшельника (длиной карапакса и его передней части, промерами клешни — длиной ладони и её шириной) и раковины (её высотой и шириной, шириной и высотой устья, высотой первого завитка). При выборе убежища рак *C. erythropus*, по нашим предварительным данным, отдаёт предпочтение высоким раковинам, что позволяет ему в случае опасности полностью в ней разместиться, включая вытянутые к её устью ладони клешней пер-

вых переопод. Зависимость между высотой раковины и длиной карапакса отшельника *C. erythropus* описывается линейным уравнением (рис. 4).

При попарном сравнении промеров тела отшельника *D. pugilator* и раковины используемой им, установлены лишь отдельные корреляции средней силы связи ( $r = 0,504-0,608$ ;  $p \leq 0,001$ ). В частности: между длиной карапакса с высотой и шириной раковины, а также высотой её первого завитка; длиной передней части карапакса с шириной раковины, высотой устья и высотой первого завитка; шириной карапакса с шириной раковины, высотой устья и высотой первого завитка. Ве-

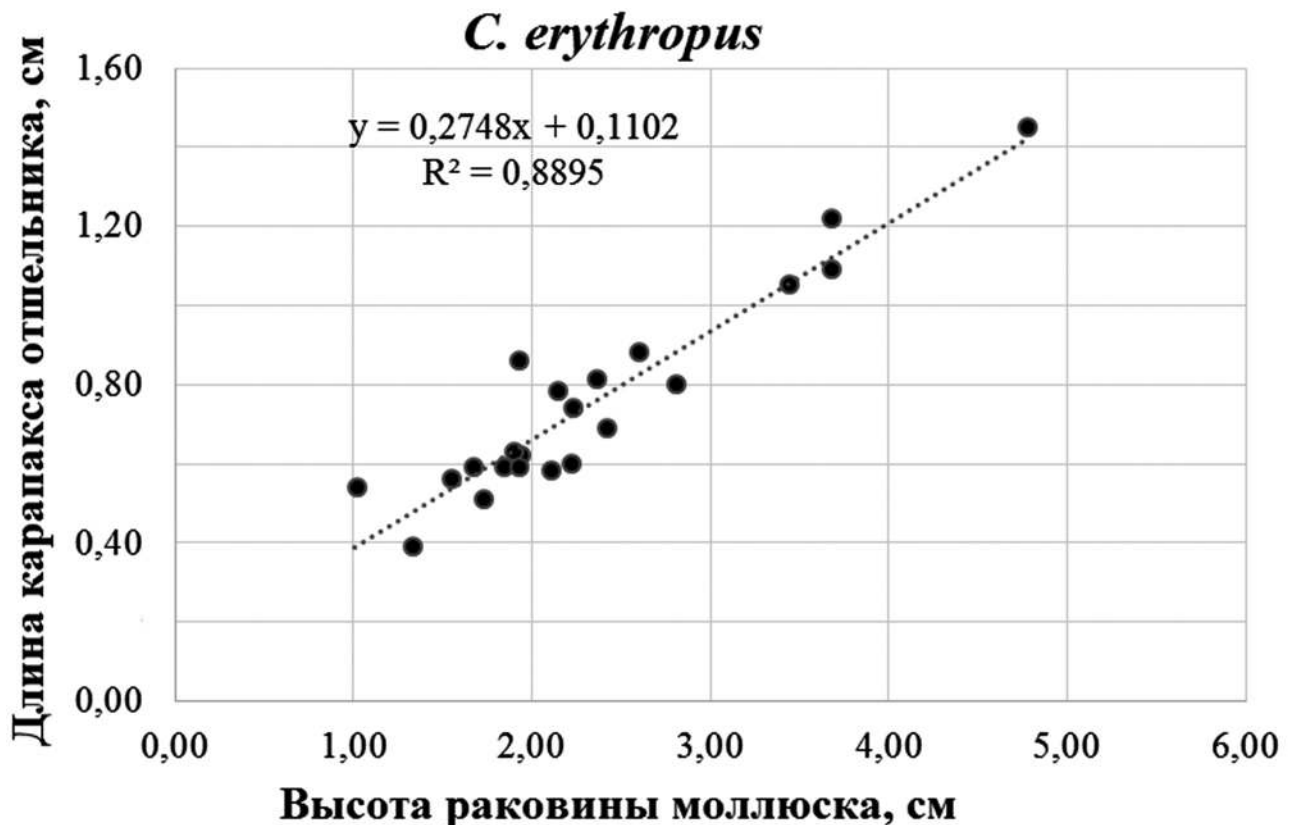


Рис. 4. Зависимость высоты раковины и длины карапакса *C. erythropus*

роятно, выбор рака-отшельника *D. pugilator* в большей степени обусловлен характеристиками первого завитка раковины (высота завитка, высота устья и ширина раковины), что может быть связано с необходимостью располагать в нем головогрудь (карапакс) и ходильные ноги с крупной клешней на левом первом переоподе.

Полученные предварительные данные позволяют предположить, что выбор раковины обусловлен рядом различных факторов. Это обусловлено, как особенностями морфологии тела раков-отшельников (размеры абдомена, карапакса и переопод несущих клешни) позволяющими разместить тело отшельника в конкретном укрытии, так и эволютическими (поведенческими) причинами, связанными с особенностями размещения элементов тела. Возможны отличия и в выборе раковины у особей разного пола, в частности у самок, несущих развивающиеся эмбрионы.

Указанное исследование представляет несомненный научный интерес, что требует проведения дополнительных, более углубленных исследований.

### Заключение

Раки-отшельники бух. Провато используют в качестве убежища раковины четырёх видов брюхоногих моллюсков: *Tritia reticulata* (LINNAEUS, 1758), *Rapana venosa* (VALENCIENNES, 1846), *Gibbula adriatica* (PHILIPPI, 1844) и *Cerithium vulgatum* BRUGUIERE, 1792. При этом, *C. erythropus* использует раковины большего количества видов гастропод (4 вида), нежели *D. pugilator* (2 вида), что может свидетельствовать о определённой избирательности при выборе. Выбор вида раковины связан с морфологическими особенностями строения тела рака-отшельника, и прежде всего с размером карапакса и первой парой ходильных ног (переопод) несущих характерные клешни.

### Литература

Голиков А.Н., Старобогатов Я.И. Класс брюхоногие моллюски — Gastropoda // Определитель фауны Чёрного и Азовского морей / ред. В.А. Водяницкий: в 3 т. Т. 3. Киев: Наукова думка, 1972. С. 65—166.

Кобякова З.И., Долгопольская М.А. Отряд десятиногих — Decapoda // Определитель фауны Чёрного и Азовского морей / ред. В.А. Водяницкий: в 3 т. Т. 2. Киев: Наукова думка, 1969. С. 270—306.

Ateş A.S., Katağan T., Kocataş A. Gastropod Shell Species Occupied by Hermit Crabs (Anomura: Decapoda) along the Turkish Coast of the Aegean Sea // Turk. J. Zool. 2007. Vol. 31. P. 13—18.

УДК 581.524.3

### БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФЛОРЫ ОЗ. МАРКОВО

Т.Н. Макарова

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г. Троицк, Россия

E-mail: ugavmd@mail.ru

Территория Челябинской области составляет 88,5 тыс. км<sup>2</sup>. Протяжённость с севера на юг 490 км, с запада на восток — 400 км. Троицкий район входит в лесостепную природную зону Южного Зауралья.

Годовой приход солнечной радиации составляет 160 Ккал/1 см<sup>2</sup>. Средняя температура июля составляет 17—18 °С, максимальная — 40 °С, средняя температура января минус 17 — минус 16 °С; минимальная — минус 49 °С. Сумма температур выше 10 °С состав-

ляет 1 800—2 000 °С (Голодковская, Елисеев, 1989). Это значит, что многие насекомые, в том числе вредители сельского хозяйства, имеют 2—3 кладки в год.

Мощность снегового покрова 31—37 см. Продолжительность снегового периода 150 дней.

Годовая сумма осадков, по мнению А.И. Левита и Н.П. Мироньчевой-Токаревой (2005), не превышает 350 мм. Наибольшее количество осадков приходится на лето. Од-



нако и летом, вследствие отрицательного баланса (величина испарения превышает количество выпадения влаги) ощущается дефицит влаги в почве.

Влажность и температура в год от года имеют заметные отклонения. Так климат — ритмический природный фактор. В пределах Южного Зауралья выявлены 11-летние, 22-летние, 35-летние циклы колебания влажности температур.

В природной зоне, где проводилось наше исследование, преобладает западный перенос воздушных масс. Однако удалённость от океана усиливает континентальность климата.

При вторжении арктического воздуха устанавливается холодная морозная погода зимой и прохладная влажная летом. Когда летом из средней Азии поступает континентальный воздух, устанавливается жаркая сухая погода (Добровольский, Бакунин, Шеремет, 2000).

Рельеф Троицкого района мягковолнистый, равнинный. Абсолютные высоты 230—240 м над ур. м. Мезо- и микрорельеф хорошо выражены. В мезорельефе есть ряд западин, которые являются днищами озёр или болот.

На территории области формируются и протекает более 3600 рек общей протяжённостью 17926 км. В западной горной части наиболее крупными являются реки Уфа, Ай, Юрюзань, Сим, а в зауральской части области — это Миасс, Синара, Теча, Уй, Увелька, Аят, Урал.

Южный Урал по праву считается озёрным краем. На территории Челябинской области их насчитывается 3 170, общей площадью 2 125 км<sup>2</sup>. Наиболее крупными являются Увильды, Иртяш, Тургойк. Наряду с пресноводными озёрами, которые расположены преимущественно в горных и восточно-горных районах области, в Зауралье широко распространены солёные озера: Горькое-Хомутинино, Горькое-Солёное. Большинство озёр степной зоны Челябинской области имеют залив глубиной 2,5 м.

В районе находятся крупные озёра: Кичкибаз, Горькое, Метличье, Чистое, Белое, Сары и более мелкие. Многочисленные небольшие западины заняты древесно-кустарниковой растительностью. Положительные формы ме-

зорельефа — грифы. На грифах развивается степная и луговая растительность.

На территории Троицкого района встречается два вида почв: под лесами — серые лесные; под травянистой растительностью формируются чернозёмы. Часть почв засолены (Круть, Забелин, 1998).

Преобладают серые лесные почвы, которые по своим свойствам занимают промежуточное положение между светло-серыми и тёмно-серыми лесными почвами, как правило, покрытыми Березовыми насаждениями. Серые лесные почвы обладают достаточным плодородием для создания лесных культур, содержат много кальция и магния, слабокислые, количество валового азота в серых лесных почвах обычно не превышает 0,1—0,2 %, а содержание гумуса в гумусном горизонте колеблется от 1,5 до 12 % степень насыщенности основаниями от 60—95 %.

Растительность Челябинской области, согласно физико-географическому делению, можно подразделить на три зоны:

1. Растительность горно-лесной зоны включающую западные и северо-западные районы области, куда входят подзоны:

- а) смешанных хвойно-широколиственных лесов;
- б) светлохвойных сосновых и лиственных лесов;
- в) темнохвойных елово-пихтовых лесов;
- г) подгольцовые луга и редколесья;
- д) гольцы (горные тундры).

2. Растительность лесостепной зоны, включающую центральную и северо-восточную, восточную части области (от р. Уй на север), с преобладанием лесов из берёзы и осины; участков луговой степи и остепнённых лугов.

3. Растительность степной зоны (южнее р. Уй), включающую разнотравно-ковыльные, луговые степи, кустарниковую растительность по балкам и низинам; островные боры, каменистые степи.

В Челябинской области можно встретить почти все типы растительности, распространённые в умеренной и арктической зонах России. Южный Урал является местом контакта трёх ботанико-географических областей: Европейской, Сибирской и Туранской

(среднеазиатской).

Зональное распределение растительности в значительной степени усложняется наличием аazonальных участков, существование которых связано с характером горных пород и рельефа.

В лесостепной части области — чередование колковых мелколиственных лесов из берёзы, осины, с островными борами и луговой степью. Лесостепь Зауралья можно разделить на две подзоны: северную — в Каслинском, Кунашакском и Аргаяшском районах и южную — в Троицком, Октябрьском и Уйском районах. Условная граница между подзонами проходит в районе Челябинска. В северной подзоне чаще встречаются хвойные породы деревьев, папоротники, болотистые луга, значительна доля лесных видов растений. В южной лесостепи, помимо типичных лесостепных видов, встречаются и степные представители — полынь, ковыли.

Основа современной естественной растительности лесостепного Зауралья, колковые берёзовые и осиновые леса. Они занимают низины (высохшие мелкие озера и заросшие болота). Травянистый покров состоит из мятлики, овсяницы, тимофеевки, костреца, пырея, коротконожки. Часто в мелко травных лесах можно встретить клубнику и костянику. Наиболее характерны для этих мест зопник клубненосный и подмаренник. На опушках растут пижма, полынь, горошек, змееголовник, девясил, душица, зверобой, спаржа лекарственная и другие виды.

Растительность Троицкого района представлена безлесными пространствами, пространствами болот, колков и перелесков. Безлесные пространства занимают половину территории района, они представлены настоящими степями, луговыми степями, остепенёнными лугами, настоящими лугами. В настоящее время большая часть, которых распаханна. Лесные пространства представлены колками и перелесками. Перелесок — это группа отдельно стоящих деревьев. Колок — островок древесной растительности в степи. Колки в Троицком районе берёзовые.

При этом первым этапом является выявление и инвентаризация видового состава, экологических характеристик комплексов

животных различных природных ландшафтов, с последующим мониторингом, необходимого для прогнозирования изменений под влиянием естественных и антропогенных факторов.

Ю.С. Решетников (1994) приводит следующие аргументы в пользу биоразнообразия «... поддержание биоразнообразия на планете важно как для настоящих, так и будущих поколений, поскольку его снижение вело и ведёт к потере устойчивости наземных и водных экосистем и в целом вызывает негативные необратимые и невосстановимые изменения в окружающей природной среде ...».

Анализ биоразнообразия в связи со структурой и функционированием экосистем может дать важный практический выход на пути управления ими.

Исследования проводились в Троицком районе Челябинской области. Объектом исследования послужило оз. Марково расположенное около пос. Суналы. Предметом исследования — местная флора, которая произрастает в окрестности оз. Марково. Озеро имеет глубину 2—3 м. Площадь водного зеркала 25 га. Питание осуществляется за счёт снега и дождей. Эвтрофный тип озера.

Прослойка красной глины в озере 8—9 м и поэтому уровень воды не опускается и не поднимается. Много ила. Вода в озере является питьевой. Присутствует осадок — органика, останки древнего моря (ракушки и другие живые организмы). Температура не опускается ниже 0,3 °С, поэтому ценные рыбы не могут выжить. Из-за населения водорослей меняется биоценоз озера в худшую сторону. Водные растения: тростник озёрный (вырастает до 2—3 м), рогоз, стрелолист, водная элодея, полушник озёрный. В течение многолетних наблюдений мы заметили, что площадь водного зеркала сокращается за счёт разрастания в основном тростника озёрного, рогоза (рис. 1). А в июле поверхность озера покрывается водорослями.

В данной местности мы наблюдали участками разнотравья представленное следующими семействами (рис. 2, 3):

Лютиковые (*Ranunculaceae*) — лютик ползучий (*Ranunculus repens*);

Бурачниковые (*Boraginaceae*) — синяк

обыкновенный (*Echium vulgare*);

Сложноцветные (Asteraceae) — одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinalis*);

Норичниковые (Scrophulariaceae) — коровяк фиолетовый (*Verbascum phoeniceum*);

Подорожниковые (Plantaginaceae) — подорожник большой (*Plantago major*), вероника колосистая (*Veronica spicata*);

Злаковые (Gramineae) — ковыль волосовидный (*Stipa capillata*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*);

Бобовые (Leguminosae) — вика мышиный горошек (*Vicia cracca*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*);

Яснотковые (Lamiaceae) — шалфей луговой (*Salvia pratensis*);

Капустные (Brassicaceae) — икотник серо-зелёный (*Berteroa incana*);

Розоцветные (Rosaceae) — земляника лесная (*Fragaria vesca*), лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta*).



Рис. 1. Общий вид оз. Марково

А также большие участки были заняты растениями семейства Осоковые (Cyperaceae) — осокой (*Carex*).

Кроме того, за счёт биологического разнообразия растительности, мы также увидели

на этой территории в этом оазисе многочисленную фауну насекомых (Макарова, 2016; Макарова Т.Н., Захарченко, Макарова А.О., 2017).



Рис. 2. Ковыль волосовидный



Рис. 3. Разнотравно-злаковый луг

Вокруг данного оазиса наблюдается распаханная сельскохозяйственные угодья. Поля засеяны пшеницей, ячменём, гречихой, подсолнечником.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что изученная территория имеет большое значение в поддержании биологического разнообразия в данной местности.

### Литература

Голодовская Г.А., Елисеев Ю.Б. Геологическая среда промышленных регионов. М.: Недра, 1989.

Добровольский И.П., Бакунин В.Н., Шеремент Н.Т. Продукты техногенеза и плодородие земель Челябинской области. Челябинск: Аква-пресс, 2000.

Левит А.И., Мироньчева-Токарева Н.П. Степные и лесостепные ландшафты юга Челябинской области и их трансформация. Челябинск: Крокус, 2005.

Круть И.В., Забелин И.М. Очерки истории представлений о взаимоотношений природы и общества. М.: Наука, 1988.

Решетников Ю.С. Биологическое разнообразие и изменения экосистем // Биоразно-

образии. Степень таксономической изученности: сб. статей. М.: Наука, 1994. С. 77—86.

**Макарова Т.Н.** Биоразнообразие насекомых отряда жесткокрылые оз. Марково Челябинской области // Современные достижения и разработки в области естественных и математических наук: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-практ. конф. № 1. Оренбург, 2016. С. 17—19.

**Макарова Т.Н., Захарченко С.В., Макарова А.О.** Видовой состав стрекоз оз. Марково Челябинской области // Современные достижения и разработки в области естественных и математических наук: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-практ. конф. № 2. Тольятти, 2017. С. 14—16.

УДК 556.531.3/4(470.55)324

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Р. УЙ Г. ТРОИЦКА

Т.Н. Макарова

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г.Троицк, Россия

E-mail: ugavmd@mail.ru

Речная система Троицкого района хорошо развита. Троицк и Троицкий район входят в лесостепную природную зону Южного Зауралья. Крупной рекой региона является р. Уй, вода из которой берётся для нужд населения. Эта река — левобережный приток р. Тобол. Общая длина реки 462 км, в пределах Челябинской области протяжённость — 386 км. На протяжении 250 км течёт по границе с Республикой Казахстан, является пограничным водным объектом. Основные притоки р. Уй: р. Агыр 934 км, р. Кидфыш (62 км), р. Курасан (79 км), р. Санарка (90 м), р. Увелька (234 м), (Андреева, Калишев, 1991).

Оценке качества речных вод посвящено много работ, предложено большое количество химических, гидробиологических и комплексных методик (Баканов, 2004). В последнее время особенно среди токсикологов наблюдается тенденция под качеством воды понимать просто степень её загрязнения (Фрумин, Баркан, 1997; Моисеенко, 1998), нет загрязнения — качество воды хорошее. С точки зрения гидробиологов это лишком узкое упрощённая трактовка термина. Более приемлемый подход к оценке качества свойственен санитарной гидробиологии. Для качества воды важно не только превышение концентраций определённых ингредиентов, но и их занижение.

В данной работе рассматривается вопрос качества воды на примере р. Уй в весенний период.

По химическому составу вода р. Уй относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция. В период половодья наблюдается переход воды в сульфитный класс, натриевую группу, в течение всего года вода имеет повышенную минерализацию 623—965 мг/л. Максимальное солесодержание выявлено на спаде половодья, следствии наибольшего вымывания солей, скопившиеся в почвах и породах водосборной территории. Кислородный режим в основном удовлетворительный: содержание растворенного в воде кислорода составляет 5,33—13,9 мг/л. Качество воды р. Уй в приграничном створе по гидрохимическим показателям, в целом отвечает требованиям рыбохозяйственных нормативов. По индексу загрязнённости (ИЗВ) вода р. Уй в приграничном створе характеризуется как «чистая» и относится к 2 классу качества.

### Материал и методы

Исследования проводили в черте г. Троицка Челябинской области.

Отбор проб для исследований осуществляли на глубине 0,5 м в 3 точках. Дальнейшие исследования проводили в лаборатории ГРЭС. Для обработки данных были использованы общепринятые способы математической обработки и с использованием пакета программ Statistica 6 фирмы StatSoft (Лакин, 1990).

### Результаты и обсуждение

Средний уровень сухого остатка находился в пределах  $429,0 \pm 69,24$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 1,61 раза. Значительная вариабельность

( $Cv = 48,3\%$ ) свидетельствует о подверженности сухого остатка к изменениям окружающей среды. Признаки азота аммонийных солей были достаточно близки к нормальному распределению ( $As = 1,37$  и  $Ex = 0,52$ ). Величина показателя аммонийных солей находилась в пределах  $0,48 \pm 0,17$  мг/дм<sup>3</sup>, что выше ПДК в 2,08 раз. В сравнении с зимой наблюдалась тенденция к росту его величины в 1,6 раза ( $t = 0,96$ ,  $P > 0,1$ ). Высокая вариабельность ( $Cv = 108,3\%$ ) свидетельствует о сильной подверженности показателя к изменениям окружающей среды, по сравнению с зимой его величина не достоверно увеличилась в 1,19 раза.

Признаки окисляемости были почти близки к нормальному распределению ( $As = 1,02$  и  $Ex = 0,88$ ).

Величина показателя окисляемости находилась в пределах  $7,80 \pm 0,77$  мг/дм<sup>3</sup>, что выше ПДК в 1,56 раза. В сравнении с зимой его величина достоверно возросла в 1,28 раза ( $t = 2,61$ ,  $P < 0,05$ ). Значительная вариабельность ( $Cv = 29,8\%$ ) свидетельствует о подверженности окисляемости к изменениям окружающей среды, по сравнению с зимой её величина достоверно увеличилась в 3,7 раза.

Признаки щёлочности были близки к нормальному распределению ( $As = -0,51$  и  $Ex = 0,18$ ). Средний уровень щёлочности находился в пределах  $3,41 \pm 0,38$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 1,28 раза. В сравнении с зимой его величина достоверно снизилась в 1,3 раза ( $t = 3,24$ ,  $P < 0,01$ ), вариабельность составила ( $Cv = 33,1\%$ ).

Признаки хлоридов были почти к нормальному распределению ( $As = 0,72$  и  $Ex = -1,31$ ). Показатель хлоридов находился в пределах  $44,11 \pm 9,72$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 7,93 раза. В сравнении с зимой его величина достоверно снижалась в 1,52 раза ( $t = 2,31$ ,  $P < 0,05$ ). Высокая вариабельность ( $Cv = 66,1\%$ ) свидетельствует о сильной подверженности хлоридов к изменениям окружающей среды, по сравнению с зимой вариабельность уменьшилась в 1,01 раза.

Признаки сульфатов не были близки к нормальному распределению ( $As = 0,07$  и  $Ex = -1,91$ ).

Величина показателя сульфатов нахо-

дилась в пределах  $59,50 \pm 14,47$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 8,40 раза. В сравнении с зимой наблюдалась тенденция к снижению его величины в 1,36 раза ( $t = 1,07$ ,  $P > 0,5$ ).

Признаки фтора были близки к нормальному распределению ( $As = 0,81$  и  $Ex = -0,95$ ). Величина показателя фтора находилась в пределах  $0,87 \pm 0,20$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 1,72 раза. В сравнении с зимой наблюдалась тенденция к понижению его величины в 1,5 раза. Значительная вариабельность ( $Cv = 68,2\%$ ) свидетельствует о подверженности фтора к изменениям окружающей среды.

Признаки железа были почти близки к нормальному распределению ( $As = 0,90$  и  $Ex = 0,79$ ). Средний уровень железа находился в пределах  $0,18 \pm 0,04$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 1,7 раза. В сравнении с зимой его величина не достоверно повысилась в 1,5 раза ( $t = 1,64$ ,  $P > 0,5$ ).

Признаки магния были почти близки к нормальному распределению ( $As = 0,56$  и  $Ex = -1,37$ ). Показатель магния находился в пределах  $27,56 \pm 4,69$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 1,81 раза. В сравнении с зимой его величина не достоверно уменьшилась в 1,44 раза ( $t = 2,28$ ,  $P < 0,05$ ).

Признаки кальция были достаточно близки к нормальному распределению ( $As = 0,09$  и  $Ex = -1,35$ ). Величина показателя кальция находилась в пределах  $58,15 \pm 9,20$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 2,53 раза. В сравнении с зимой его величина не достоверно уменьшилась в 1,22 раза ( $t = 1,21$ ,  $P > 0,05$ ).

Признаки общей жёсткости были достаточно близки к нормальному распределению ( $As = 0,37$  и  $Ex = -1,40$ ). Величина показателя общей жёсткости находилась в пределах  $5,15 \pm 0,83$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 1,35 раза. В сравнении с зимой наблюдалась тенденция к понижению его величина в 1,32 раза ( $t = 1,80$ ,  $P > 0,05$ ). Значительная вариабельность ( $Cv = 48,2\%$ ) свидетельствует о подверженности общей жёсткости к изменениям окружающей среды по сравнению с зимой его величина уменьшилась в 6,43 раза.

Показатель мутности находился в пределах  $0,06 \pm 0,0$  мг/дм<sup>3</sup>, что ниже ПДК в 43 раза. В сравнении с зимой его величина не

достоверно понижалась в 1,7 раза ( $t = 1,64$ ,  $P > 0,05$ ).

Таким образом, из 12 физико-химических показателей воды р. Уй достоверно в весенний период, в сравнении с зимой, а именно окисляемость возрастала (в 1,28 раза). Значи-

тельно снижались в частности, щёлочность (в 1,3 раза), хлориды (в 1,52 раза) и сухой остаток (в 1,4 раза). Схема увеличения изменений показателей воды выглядит следующим образом: хлориды → сухой остаток → щёлочность → окисляемость.

### Литература

**Андреева, М.А., Калишев В.Б.** Реки Челябинской области: учеб. пособие по спецкурсу. Челябинск: ЧГПИ, 1991.

**Баканов А.И.** Об оценке качества воды и грунтов пресноводных водоёмов по характеристикам бентосных сообществ // Экология. 2004. № 6. С. 464—467.

**Лакин Г.Ф.** Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. М.: Высшая школа, 1990.

**Моисеенко Т.И.** Экотоксикологический подход к нормированию антропогенных нагрузок на водоёмы Севера // Экология. 1998. № 6. С. 452—461.

**Фрумин Г.Т., Баркан Л.В.** Комплексная оценка вод Ладожского озера по гидрохимическим показателям // Водные ресурсы. 1997. Т. 24, № 3. С. 315—319.

УДК 597.2/5: 574.55

## СПОСОБ ФОРМАЛИЗОВАННОГО СРАВНЕНИЯ ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БИОТОПОВ ДЛЯ РЫБ ПРИБРЕЖНОГО ИХТИОКОМПЛЕКСА

В.И. Мальцев, М.А. Белецкая

ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник РАН», г. Феодосия, Россия

E-mail: maltsev1356@gmail.com, marinabeletskaya9@gmail.com

Синэкологические исследования включают в себя изучение как различных свойств биоты в рамках экосистемы (биогеоценоза по В.Н. Сукачёву (1964)), так и абиотических и биокосных особенностей местообитаний (биотопов). Особенно актуальной становится оценка ценности тех или иных местообитаний, состоящая в способности последних поддерживать существование ассоциированной биоты в самых различных аспектах проявления этого явления. Так, согласно бытующим представлениям, чрезвычайно важным показателем является количество видов, обитающих в том или ином биотопе (видовое богатство, состав по В.Д. Фёдорову (Фёдоров, Гильманов, 1980)). Вместе с тем, численности (количество особей на единицу пространства) также отражают поддерживающую способность биотопа, т. к. чем больше численность особей даже безотносительно к видовой принадлежности, тем большие ресурсы вовлекаются в энергетические потоки «здесь и сейчас».

С середины прошлого века популяр-

ным среди экологов стало применение различного рода индексов для математической генерализации эмпирической информации относительно обилия биоты и её разнообразия. Анализ многочисленных литературных источников, посвящённых этой проблеме, касающейся как состава, так и структуры сообществ (понимаемой, согласно В.Д. Фёдорову (Фёдоров, Гильманов, 1980), как соотношения оценок обилия элементов сообщества), показал, что нет оснований надеяться на универсальность как уже существующих индексов разнообразия, так и вновь создаваемых.

Соотношение значений общей численности и количества видов в сообществе разными исследователями может оцениваться по-разному, что и мотивирует их анализировать различные аспекты этой проблемы (Hurlbert, 1971). Нас она также заинтересовала, что и стало причиной написания данной статьи.

Принятый в Европейском Союзе биотопический (habitat) принцип охраны природы основывается на сохранении местообитаний, что рассматривается как залог устойчивого су-

ществования в них характерных для данного участка видов. Разные местообитания играют разную роль в поддержании биоразнообразия вследствие своеобразия условий окружающей среды, даже если биотопы расположены в непосредственной близости друг от друга (Fish assemblage ... , 2000; Vain, Wine, 2010). В этой связи актуальной представляется оценка ценности местообитаний (биотопов).

Нами были поставлены следующие задачи:

1. Составить индекс поддерживающей способности биотопа, который бы зависел от выравненности, видового богатства и общего количества особей на исследуемом участке; важно также, чтобы этот индекс принимал значения от 0 до 1;

2. Проверить эффективность применения полученного индекса для анализа поддерживающей способности биотопов прибрежной акватории Чёрного моря (на примере заповедной акватории Карадагского природного заповедника) для рыб прибрежного ихтиокомплекса;

3. Разработать рекомендации по применению полученного индекса, учитывая ограничения математического и биологического характера.

### Материал и методы

На основе анализа литературной информации выработывались подходы к составлению индекса поддерживающей способности биотопа. Методом математического анализа проводилась проверка зависимости величины индекса и её динамики от значений переменных (количество видов, численность каждого вида, общая численность особей).

Сбор информации относительно обилия рыб прибрежного ихтиокомплекса проводился методом визуального учёта (Мальцев, Иванчикова, 2015) по трансектам длиной 25—50 м и шириной 10 м, с последующим пересчётом полученных данных на 1 га водной поверхности на западном участке заповедной акватории в пределах трёх биотопов.

**Биотоп № 1** (координаты: 44°54.691 N, 35°12.757 E) — маленькая бухта с глубинами до 6 м, ограниченная с востока вертикальной скальной стенкой, а с запада — большими обломками скал, выступающими на поверх-

ность моря. Дно сложено булыжно-галечными наносами (размер камней 10—300 см), образованными породами вулканического происхождения, зарастающими макроводорослями с доминированием цистозиры.

**Биотоп № 2** (координаты: 44°54.690 N, 35°12.662 E) — открытое мелководье с глубинами до 4 м. Дно крупно- и среднеразмерными обломками скал, также заросшими макроводорослями.

**Биотоп № 3** (координаты: 44°54.705 N, 35°12.546 E) — также открытое мелководье, полого уходящее в море, с глубинами 1—3 м. Дно сложено в основном некрупными камнями, также заросшими макрофитами.

### Результаты и обсуждение

О ценности (значимости) биотопа как абиотической компоненты экосистемы можно судить по состоянию её биотической части — биоценоза. Оно (состояние) может быть оценено в величинах различного порядка, прежде всего эмпирических (численность, биомасса, а также измеренные непосредственно в природе продукция и деструкция) и расчётных (величины продукции и деструкции, полученные расчётными методами, соотношение продукция/деструкция и пр.). Особняком стоят генерализованные показатели — различные ценотические индексы, связывающие и обобщающие эмпирические и расчётные величины.

Наиболее часто употребляются индексы разнообразия, такие, как индекс видового разнообразия на основе информационного показателя Шеннона (1) (Shannon, Weaver, 1964):

$$H = -\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}, \quad (1)$$

На основе этого показателя, который равен 0 если в водоёме присутствует только один вид гидробионтов и принимает максимальное значение если имеется  $S$  видов с одинаковой численностью, был получен следующий индекс поддерживающей способности биотопа ( $A$ ) (2):

$$A = 1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{Q} \sqrt{(N+S) \left| \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right|}}, \quad (2)$$

где  $N$  — общее количество особей;  $S$  — количество видов;  $n_i$  — количество особей каждого вида;  $Q$  — коэффициент, позволяющий получать значения индекса  $A$  более удобными для восприятия вследствие «растянутости» его шкалы. В нашем случае, при «наших» значениях  $n_i$ ,  $N$  и  $S$ , наиболее удобным представляется  $Q = 100$ . Поэтому представленное выражение принимает вид (3):

$$A = 1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{100} \sqrt{\left( N + S \left| \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right| \right)}} \quad (3)$$

Минимальное значение равно 0 индекс принимает при  $S = 1$  для любого числа  $N$  независимо от выравненности системы. Большее значение индекса соответствует большим значениям видового богатства и общего количества особей с учётом равномерности распределения сообщества. При  $S$  и  $N$  стремящихся к бесконечности значения индекса стремятся к 1.

Биологический смысл предлагаемого индекса состоит в том, что его величина зависит не только от выравненности сообще-

ства (её вклад обеспечивается выражением под модулем), но также и количества видов и общей численности рыб прибрежного ихтиокомплекса. Ведь если биотоп обеспечивает пребывание в нём некоего большого количества особей пусть даже очень ограниченного числа видов, это всё равно свидетельствует о его высокой поддерживающей способности и важности для поддержания присущей данной местности или даже региону биоты.

Значение количества видов как важного показателя поддерживающей способности биотопа определяется выражением  $N + S$ , при этом роль  $S$  в формуле возрастает при уменьшении значения  $N$  (общей численности).

Анализ поддерживающей способности относительно рыб прибрежных биотопов по данным визуальных учётов показал пригодность для этих целей предлагаемого нами индекса.

Рис. 1 демонстрирует возрастание индекса поддерживающей способности в течение сезона, а также различия в предпочтении рыбами этих трёх близлежащих биотопов.

Нами также рассчитаны среднесезонные индексы поддерживающей способности

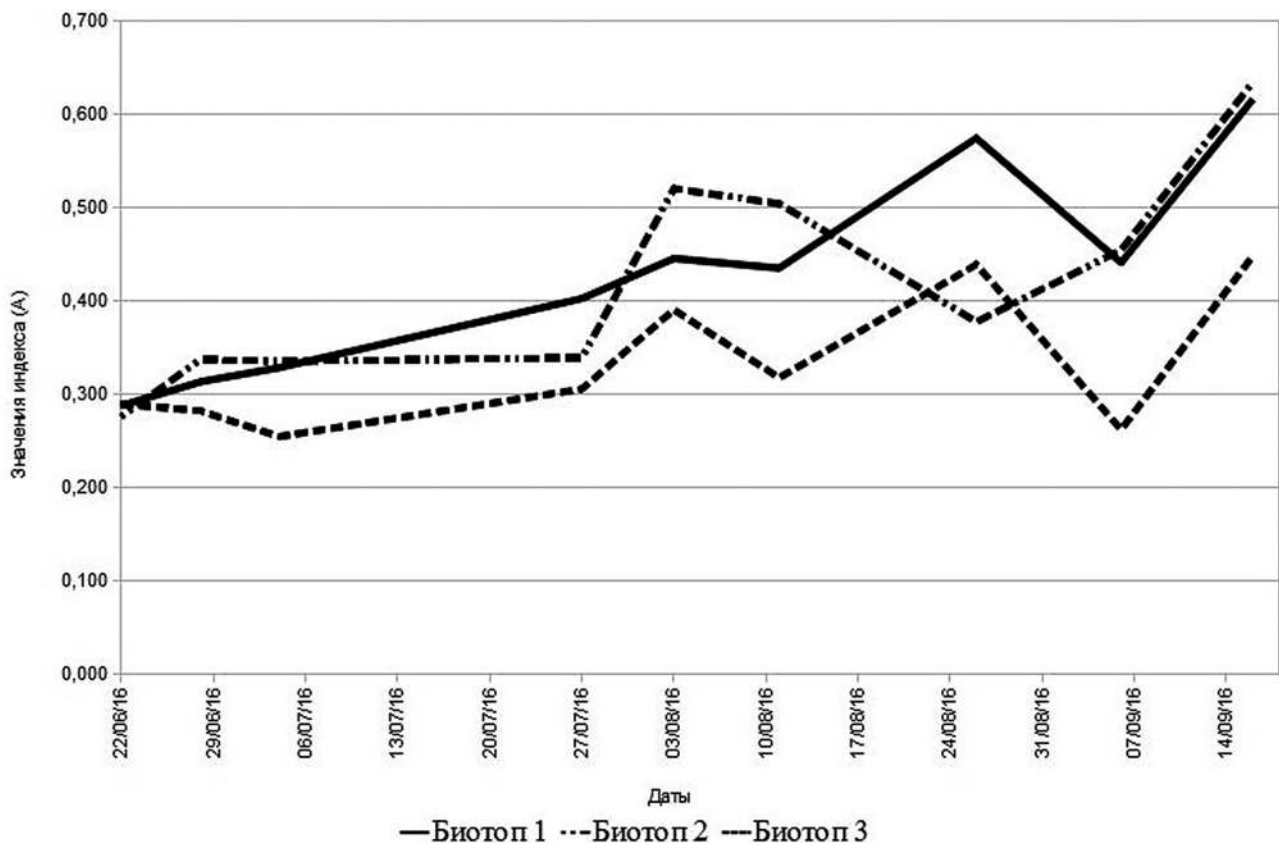


Рис. 1. Динамика индекса поддерживающей способности относительно рыб прибрежных биотопов в период исследований



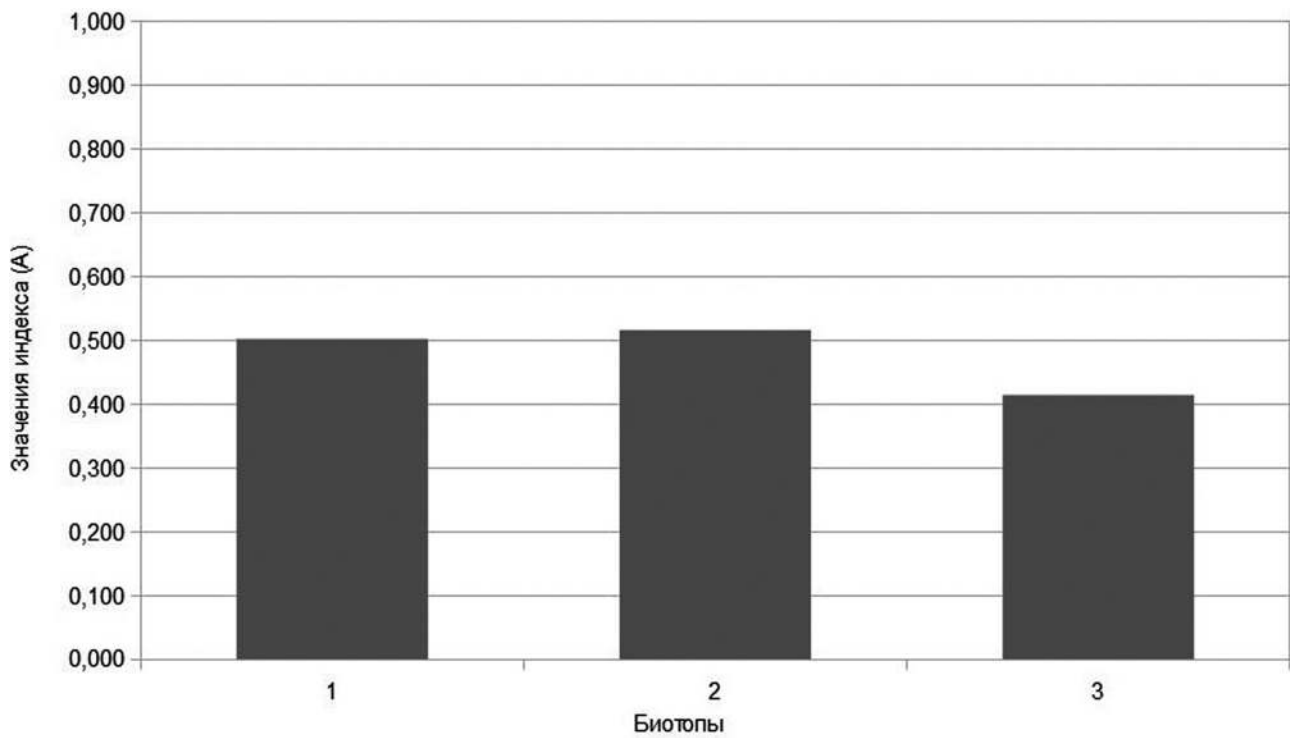


Рис. 2. Среднесезонные значения индекса поддерживающей способности для биотопов № 1—3

для упомянутых биотопов (рис. 2: значения средних численностей получаются путём сложения численностей по видам с последующим делением на число наблюдений).

Согласно приведённой диаграмме в сезонном аспекте наибольшим значением индекса поддерживающей способности характеризуется биотоп № 2.

На наш взгляд, целесообразно задать градацию уровней поддерживающей способности биотопов по индексу А (табл. 1).

Таким образом, предложенный индекс позволяет характеризовать биотоп с точки зрения его поддерживающей способности относительно рыб прибрежного ихтиокомплекса. Есть все основания считать, что он пригоден для оценки поддерживающей способности биотопов относительно и других

групп гидробионтов.

Однако следует иметь в виду, что сравнение биотопов по этому индексу возможно только при одинаковом способе представления результатов количественных оценок обилия (в нашем случае это численность рыб на 1 га акватории), используемых при расчёте индекса, и одинаковых значениях коэффициента Q. В связи с этим мы разработали рекомендации для выбора коэффициента Q, который позволяет избежать сжимания значений индекса к 1 при больших значениях (масштабах) численности особей на единицу пространства. Так как при каждом методе учёта численности порядок значений общего количества особей существенно не отличается, можно подбирать коэффициент Q с помощью наименьшего общего количества особей

Таблица 1

Классы поддерживающей способности биотопа в зависимости от значений индекса А

Интервал, в который попадают значения индекса А	Класс поддерживающей способности биотопа	Характеристика класса поддерживающей способности
[0; 0,250]	IV	низкий уровень поддерживающей способности
[0,250; 0,500]	III	средний уровень поддерживающей способности
[0,500; 0,750]	II	высокий уровень привлекательности
[0,750; 1]	I	очень высокий уровень поддерживающей способности

Таблица 2

Рекомендуемые значения  $Q$  в зависимости от минимальных значений  $N$

$N$	400	1600	6400	14500	26000	40000	58000	79000	103000	130000	161000	194000	230000
$Q$	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
$N$	270000	315000	360000	410000	465000	520000	580000	640000	710000	775000	850000	925000	1000000
$Q$	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500

из всех значений полученных данных или реально возможного наименьшего количества особей. Будем считать, что при минимальном  $N$ , количестве видов  $S = 2$  и равномерном распределении особей индекс привлекательности принимает значение 0,250, т. е. биотоп является удовлетворительно привлекательным. Исходя из этого, была рассчитана таблица значений  $Q$ .

Если наименьшая общая численность особей больше или равна числу в строке  $N$ , то применять целесообразно соответствующее ему значение  $Q$  (табл. 2). При значениях численности меньше 400 значения коэффициента  $Q$  следует подбирать индивидуально.

**Выводы**

1. С целью оценки значимости биотопа для поддержания биоразнообразия на примере биотопов прибрежного ихтиокомплекса был разработан следующий индекс привлекательности биосистемы ( $A$ ) (2):

$$A = 1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{Q} \sqrt{(N + S) \left| \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right|}}, \quad (2)$$

где  $N$  — общее количество особей;  $S$  — количество видов;  $n_i$  — количество особей каждого вида;  $Q$  — коэффициент, позволяющий получать значения индекса  $A$  более удобными для

восприятия. В нашем случае наиболее удобным представляется  $Q = 100$ , поэтому представленное выражение принимает вид (3):

$$A = 1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{100} \sqrt{(N + S) \left| \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right|}}, \quad (3)$$

Минимальное значение равно 0 индекс принимает при  $S = 1$  для любого числа  $N$  не зависимо от выравниваемости системы. Большее значение индекса соответствует большим значениям видового богатства и общего количества особей с учётом равномерности распределения сообщества. При  $S$  и  $N$  стремящихся к бесконечности значение индекса стремится к 1.

2. Оценка эффективности применения полученного индекса для анализа привлекательности для рыб прибрежных биотопов по данным визуальных учётов показал пригодность индекса для этих целей.

3. Есть все основания считать, что предлагаемый индекс пригоден для оценки привлекательности биотопов и для других групп гидробионтов, однако сравнение биотопов по этому индексу возможно только при одинаковом способе представления результатов количественных оценок обилия.

**Литература**

Мальцев В.И., Иванчикова Ю.Ф. Прибрежный ихтиокомплекс акватории Карадагского природного заповедника (Чёрное море, Крым) // 100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского: сб. науч. тр. Симферополь: Н. Орианда, 2015. С. 584—589.

Сукачёв В.Н. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли: соотношение понятий «биогеоценоз», «экосистема», «географический ландшафт» и «фауна» // Основы лесной биогеоценологии / под ред. В. Н. Сукачёва, Н. В. Дылиса. М.: Наука, 1964. С. 5—49.

Фёдоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980.

Bain M.B., Wine M.L. Testing predictions of stream landscape theory for fish assemblages in highly fragmented watersheds // Folia Zool. 2010. Vol. 59 (3). P. 231—239. [Электронный ресурс] URL: <http://www.spatialhydro.com/pubs/bain.pdf>

Hurlbert S.H. The Nonconcept of Species Diversity: A Critique and Alternative Parame-

ters // Ecology. 1971. Vol. 52 (4). P. 577—586. [Электронный ресурс] URL: [http://biocomparison.ucoz.ru/\\_ld/0/35\\_Hurlbert\\_noncon.pdf](http://biocomparison.ucoz.ru/_ld/0/35_Hurlbert_noncon.pdf)

**Shannon C.E., Weaver W.** The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 1964.

Fish assemblage structure in relation to environmental variation among Brazos River oxbow lakes / K.O. Winemiller [et al.] // Trans. Am. Fish. Soc. 2000. Vol. 129. P. 451—468.

УДК 576.895.122

## ДИНАМИКА ЗАРАЖЁННОСТИ ЧАЙКИ-ХОХОТУНЬИ (*LARUS CACHINNANS*) ТРЕМАТОДАМИ *CRYPTOCOTYLE JEJUNA* В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ

И.М. Мартыненко

Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «Керченская межрайонная ветеринарная лаборатория», г. Керчь, Россия

E-mail: [astrophytum-kerch@ukr.net](mailto:astrophytum-kerch@ukr.net)

Трематоды рода *Cryptocotyle* — одни из наиболее распространённых в Чёрном и Азовском морях: на стадии метацеркарии они поражают черноморских и азовских рыб 28 видов, преимущественно бычковых. Типичными окончательными хозяевами представителей этого рода гетерофиидных трематод являются водные и околотовные рыбацкие птицы (Скрябин, 1952), однако показана возможность их паразитирования у голубей (Найдёнова, 1974) и домашних уток (Искова, 1966). Имеются также сведения о паразитировании мариит *Cryptocotyle* у млекопитающих — лисиц, волков, собак, кошек, крыс, морских свинок и сивучей и даже у человека (Human intestinal parasites ... , 2003), что даёт основания относить трематод данного рода к потенциально опасным для человека и теплокровных животных.

В Азово-Черноморском регионе известны 3 вида этого рода: *C. concavum* CREPLIN, 1825, *C. lingua* CREPLIN, 1825 и *C. jejuna* NICOLL, 1907 (Определитель ... , 1975).

Вид *C. jejuna* был выбран нами для изучения по причине фрагментарности сведений о его жизненном цикле в Азово-Черноморском бассейне.

В результате предварительных исследований (в ходе которых было вскрыто 75 экз. птиц 9-ти видов из разных районов Керченского пролива) нами было выяснено, что его главным окончательным хозяином *C. jejuna* является чайка-хохотунья (*Larus cachinnans*) — один из наиболее распространённых в Азово-Черноморском регионе видов рыбо-

ядных птиц

Наши исследования проходили в период 2015—2016 гг. Всего было исследовано 122 птицы (табл. 1).

Таблица 1

Количество исследованных птиц по годам

Год	2015	2016
Кол-во птиц	96	26

Материал добывали в Керченском проливе в районе косы Чушка: находящиеся там небольшие островки являются местами гнездования чаек, что позволило нам регулярно получать материал. Птиц подвергали неполному паразитологическому вскрытию. Извлекали кишечник и разрезали его на несколько частей, содержимое выдавливали в чашку Петри и его просматривали компрессорным методом под микроскопом МБИ-9. Затем отрезки кишечника разрезали вдоль и делался соскоб со стенок, который затем также просматривали в чашке Петри под микроскопом МБИ-9. Обнаруженных паразитов помещали в солонку с физиологическим раствором, а затем заливали горячим 70%-ным этиловым спиртом, что обеспечивало расслабление паразитов и их полное распрямление. Из зафиксированных таким образом паразитов изготавливали тотальные препараты, окрашенные уксуснокислым кармином. По этим препаратам проводили их видовую идентификацию. По собранным данным рассчитывали стандартные показатели заражённости парази-

Рамки возрастных групп, количество вскрытий и показатели инвазии

Возраст птиц	Время вскрытия птиц	Число вскрытий	ЭИ, %	ИИ, экз.
3—4 дня	первая декада мая	2	0	0
7—10 дней	вторая декада мая	28	100	27—53
20—50 дней	июнь	19	100	88—315
Молодые	июль—сентябрь	24	100	278—~1500
Взрослые	октябрь—апрель	49	30,6	30—317

тами: экстенсивность (ЭИ) и интенсивность (ИИ) инвазии.

Исследованных птиц мы разделили на возрастные группы, исходя из их массы (Птицы СССР. Чайковые, 1988). Рамки возрастных групп, количество вскрытий и показатели инвазии по каждой группе представлены в табл. 2.

Из таблицы видно, что птенцы чаек заражаются *S. jejuna* не с самого вылупления. Это определяется характером потребляемой ими пищи. Так, у вскрытых нами птенцов первой возрастной группы желудочно-кишечный тракт был заполнен полупереваренной хамсой, которая не является вторым промежуточным хозяином *Cryptocotyle*. ЖКТ вскрытых позднее птенцов и молодых птиц был заполнен полупереваренными бычками, являющимися вторыми промежуточными хозяевами *Cryptocotyle* (Определитель ... , 1975).

Начиная с октября, заражённость чаек маридами *S. jejuna* резко снижается. Это обусловлено изменениями в рационе молодых птиц. Если до этого их кормили родители, а также они сами добывали мелких морских животных в прибрежных водах, то, встав на крыло, они начинают питаться сами. Известно, что в южных районах рыбы занимают довольно незначительную долю в рационе чайки-хохотуньи, основные объекты питания — сухопутные животные и отбросы (Птицы СССР. Чайковые, 1988; Бескаравайный, 2005; Бескаравайный, Костин, 1998).

Это также доказывают предварительные исследования рыбоядных птиц Керченского пролива, проведённые нами в 2012—2014 гг. Везде мы наблюдали одну и ту же картину: при вскрытии птиц весной и осенью марида *S. jejuna* обнаружены не были, как не было и непереваренных остатков рыбы в ЖКТ птиц; у некоторых птиц мы находили остатки насекомых — муравьёв, жуков и прямокрылых, а у одного экземпляра чайки кишечник был заполнен шелухой семян подсолнечника.

Таким образом, заражение птенцов чайки-хохотуньи трематодами *S. jejuna* начинается с переходом их на питание бычками. Заражение этими трематодами взрослых чаек-хохотуний возможно лишь когда добыча их обычных кормовых организмов затруднена — в зимний период, когда чайки питаются преимущественно рыбой и, в частности, бычками.

Исходя из вышесказанного, мы можем сделать следующие выводы:

1) заражённость чаек-хохотуний *S. jejuna* неоднородна во времени и чётко зависит от рациона.

2) максимальная инвазия трематодами приходится на летний период и наблюдается у птенцов и молодых птиц. Экстенсивность инвазии достигает 100%, интенсивность инвазии — приблизительно до 1 500 гельминтов.

Взрослые птицы заражаются зимой, когда нет возможности добывать обычную пищу.

### Литература

**Бескаравайный М.М.** Численность и питание хохотуньи *Larus cachinnans* на юге Крыма в негнездовой период // Бранта: сб. тр. Азово-Черноморской орнитол. станции. 2005. Вып. 8. С. 44—53

**Бескаравайный М.М., Костин С.Ю.** Распределение, численность и некоторые особенности гнездовой экологии хохлатого баклана и серебристой чайки в юго-восточном Крыму // Беркут. 1998. Т. 7, вып. 1—2. С. 25—29.

**Искова Н.И.** Обнаружение трематод *Cryptocotyle concavum* CREPLIN 1825 и *Paramonostomum pseudoalveatum* PRICE 1931 у домашних уток // Паразиты, промежуточные хозяева и переносчики: проблемы паразитологии. Киев: Наук. думка, 1966. № 6. С. 78—82.

**Найдёнова Н.Н.** Паразитофауна рыб семейства бычковых Чёрного и Азовского морей. Киев: Наук. думка, 1974.

Определитель паразитов позвоночных Чёрного и Азовского морей / под ред. В.Н. Грезе, С.Л. Делямуре, В.М. Николаевой. Киев: Наук. думка, 1975.

Птицы СССР. Чайковые / отв. ред. В.Д. Ильичев, В.А. Зубакин. М.: Наука, 1988.

**Скрябин К.И.** Трематоды животных и человека. Т. 6. М.: Изд-во АН СССР, 1952.

Human intestinal parasites in the past. New findings and a review / M. L.C. Goncalves [et al.] // Mem Inst Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2003. Vol. 98 (Suppl. I). P. 103—118.

УДК 582.26:504.61 (262.5)

## СОСТОЯНИЕ МАКРОФИТОБЕНТОСА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Е.А. Марушко, Е.М. Саенко

ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,

г. Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: marushko\_e\_a@azniirrh.ru

В современный период прибрежные морские экосистемы испытывают значительную техногенную нагрузку, объём которой неизменно возрастает и ведёт к устойчивым изменениям структуры и нарушениям функционирования морских биоценозов. Всё это в полной мере относится и к Керченскому проливу.

Начиная с послевоенного периода и, особенно в последние годы XX в., западная часть пролива, прилегающая к г. Керчь, подверглась весьма интенсивному антропогенному воздействию, которое вызвало существенное изменение подводного ландшафта. Первая свалка грунта в Керченском проливе была организована в 1956 г. До недавнего времени здесь располагалось 4 зоны дампинга, практически не влиявшие на экологическую обстановку, так как объёмы дноуглубления были невелики. Однако в конце 1980-х гг. количество сбрасываемых грунтов достигло 1,0—5,0 млн м<sup>3</sup> и антропогенные изменения морской среды в местах дампинга по масштабам стали превышать естественный фон загрязнения (Петренко, Себах, Фашук, 2002). В конце 20-го столетия по этой причине в прибрежной зоне Азовского моря и Керченском проливе интенсифицировались процессы заиления и выноса осадков в пролив. Скорость осадконакопления в 30—40 раз была выше скорости

природного седиментогенеза. В 1961—1963 гг. скорость накопления тонкодисперсного материала донных отложений в зонах дампинга составляла 0,15 см/год. В 1964—1970 гг. она возросла в 8 раз (1,2 см/год), а к моменту переноса свалок уже составляла 0,29—0,65 см/год (Рубинштейн, Хижняк, 1998). В результате с середины 1970-х гг. в Керченском проливе стала отмечаться деградация бентосных сообществ.

Негативный эффект дампинга грунтов и дноуглубления сказывается как через заиление больших пространств дна, так и через загрязнение вод и донных отложений. Анализ результатов исследований показал, что в поверхностном и придонном слоях вод зоны дампинга значительно повышается концентрация тяжёлых металлов. Это в первую очередь отражается на состоянии фитобентоса, который является трофической основой функционирования водных экосистем и способствует поддержанию экологического баланса в береговой зоне в целом (Садогурский, Садогурская, 2005).

До октября 2003 г. регулярные дноуглубительные работы по поддержанию фарватера, деятельность перегрузочных рейдов (включая перегрузку химического сырья) и портов затрагивали акватории Керченского пролива, исключая «промоину» к востоку от

о. Тузла. В процессе же сооружения дамбы и углубления прорана между ней и о. Тузла впервые произошёл залповый выброс в пролив взвесей, которые, оседая на больших площадях, ухудшили условия существования донных организмов и растительности, а именно растительность является ключевым звеном в системе самоочищения вод. Заиление поселений донных гидробионтов, разрушение подводных ландшафтов негативно сказывается на мигрирующих через пролив рыбах (Океанографическая оценка ... , 2011).

Многие авторы указывают на резкое ухудшение санитарно-биологического состояния среды и экологического равновесия в прибрежных экосистемах в связи с промышленным и рекреационным освоением акваторий. Повсеместно идёт процесс сужения ареалов олигосапробных и увеличение ареалов мезо- и полисапробных видов водорослей, а также замена многолетних сообществ однолетними и сезонными (Громов, Костюченко, Смоляр, 1981; Эколого-биоценологическая характеристика ... , 1982; Ерёменко, Миничева, 1987). Самое мощное негативное воздействие оказывается на мелководные участки, где произрастает высшее цветковое растение — зостера. В ряде районов это привело к сокращению занимаемых ею площадей или полному исчезновению её зарослей (Садогурский, 1996).

Огромное влияние на экологическую обстановку в Керченской бухте имеют расположенные промышленные предприятия — морской и рыбный порты и судоремонтный завод. Значительный антропогенный вклад в загрязнение экосистемы бухты вносят также стоки многочисленных мелких предприятий, воды р. Приморская, коммунальные стоки, загрязнение с судов, а также аварийные ситуации. Всё это увеличивает антропогенную нагрузку на бентосные сообщества Азовского моря на прилегающей акватории к полуострову Крым, включая Керченскую бухту.

В связи с этим целью исследований стала оценка состояния макрофитобентоса в Азовском море (Керченский пролив) в современный период.

В период 2015—2017 гг. ФГБНУ «АзНИИРХ» были проведены исследования по

изучению состояния макрофитобентоса южной части Азовского моря на акватории Керченской бухты и косы Тузла. Работы осуществлялись с использованием легководолазного снаряжения. При визуальном описании фитоценозов учитывали характер грунта, структуру фитоценоза, проективное покрытие дна водорослями. Для определения размерно-массовой структуры фитоценозов отбирали качественные и количественные пробы с использованием площадных рамок. Взвешивание, морфометрический и видовой анализ проб проводили непосредственно в полевых условиях. Для идентификации видов использовали определитель А.Д. Зиновой (1967). Измерение прозрачности проводили диском Секки.

В акватории Керченской бухты и косы Тузла доминирующими видами в фитоценозах являются два вида рода зостера — многолетние растения, с хорошо развитой корневой системой произрастающие на илисто-песчаных с примесью ракуши грунтах. Они являются продуцентами живой фитомассы, обильной некротомассы, превращающейся в детрит, кислорода, углекислого газа и раствора органических веществ. Аккумулируют мягкие фракции грунта и удерживают их, предотвращая их размывание волновыми потоками, тем самым обеспечивая стабильность взморниковых лугов во времени и пространстве, а также устойчивое, позитивное развитие их экосистем. Это виды — эдификаторы или фито- и зооценообразователи, вокруг которых образуются специфические и наиболее продуктивные сообщества (Садогурский, 1998). Взморниковые луга являются местообитанием молоди ряда пелагических и донных рыб, а также многих видов беспозвоночных животных. Кроме того, зостера сама по себе представляет ценное промышленное сырьё для пищевой и фармацевтической промышленности (Шкляревич, 2014).

По данным исследований ФГБНУ «АзНИИРХ» в северной части Керченской бухты, на илисто-песчаных с примесью ракуши грунтах высшая водная растительность была представлена 4 видами относящимся к 3-м родам: *Zostera*, *Potamogeton*, *Zannichellia*. Из низшей водной растительности встречались

представители отделов Chlorophyta и Rhodophyta, среди которых по числу видов преобладали рода *Cladophora* и *Polysiphonia*. В 2015 г. биомасса макрофитобентоса варьировала от 2,3 до 5,1 кг/м<sup>2</sup>. Доминантом по плотности и биомассе на глубинах менее 1,5 м была *Zostera noltii* HORNEM. На глубине свыше 1,5 м доминантом была *Z. marina* L., а субдоминантами — *Z. noltii* HORNEM. Плотность *Z. marina* L. варьировала от 33 до 160 экз./м<sup>2</sup> (в среднем — 99 экз./м<sup>2</sup>). Биомасса составляла в среднем 3,2 кг/м<sup>2</sup>. Длина растений изменялась от 7 до 170 см, и составляла в среднем 99,9 см. *Z. noltii* HORNEM произрастала в северной части бухты в акватории мыса Змеиный на глубинах от 1 до 2,5 м с плотностью 84—100 экз./м<sup>2</sup> (в среднем — 85 экз./м<sup>2</sup>) и общей биомассой — 0,7—1,2 кг/м<sup>2</sup> (в среднем — 0,8 кг/м<sup>2</sup>). Субдоминантами в сообществах выступали представители Magnoliophyta — *Potamogeton pectinatus* L. и *Zannichellia major* BOENN.

В 2017 г. биомасса макрофитобентоса существенно не отличалась от данных предыдущих лет и варьировала от 2,1 до 4,9 кг/м<sup>2</sup>. Доминантами также были *Z. marina* L. и *Z. noltii* HORNEM. На мелководных участках доминировала *Z. noltii* HORNEM с плотностью 78—95 экз./м<sup>2</sup> (в среднем — 87 экз./м<sup>2</sup>), биомассой — от 0,9 до 1,1 кг/м<sup>2</sup> (в среднем — 1,0 кг/м<sup>2</sup>). В самой отдалённой от Керченского пролива части бухты её плотность достигала 640 экз./м<sup>2</sup>. В 2017 г. в отличие от 2015 г. *Z. noltii* HORNEM на глубине более 1,5 м не встречалась. На глубинах более 2 м преобладала *Z. marina* L. Её плотность варьировала от 64 до 160 экз./м<sup>2</sup>, биомасса — от 1,3 до 3,6 кг/м<sup>2</sup> (в среднем — 2,8 кг/м<sup>2</sup>). Длина растений *Z. marina* L. изменялась от 33 до 123 см. Среднее значение длины побегов было максимальным на глубинах от 2,5 до 3 м и составляло 90,0 см. На глубинах более 3 м с низкой прозрачностью наблюдалось резкое снижение этого параметра. На глубине 4 м средняя длина побегов составляла 42 см при минимальном и максимальном значениях 33 и 52 см соответственно.

Центральную часть бухты на глубине от 4,5 до 5,5 м занимают илистые грунты, а прозрачность не превышала 1,5 м. Развитию растительности в этой части бухты препятствует ряд факторов: глубина, низкая прозрачность

воды и особенности гидродинамического режима.

В южной и юго-западной частях Керченской бухты и прилегающей к ней акватории (мыс Белый, западная часть о. Тузла) прозрачность воды составляла 2 м. Высшая водная растительность была представлена 5 видами относящимся к 3 родам: *Zostera*, *Potamogeton* и *Zannichellia*. Из низшей водной растительности здесь встречались бурая водоросль *Cystoseira barbata* (GOODEN. & WOODW.) C. AGARDH и красная водоросль — *Polysiphonia elongata* (HUDS.) SPRENG. Доминирующим видом была *Z. marina* L. Биомасса макрофитобентоса варьировала от 0,012 до 1,062 кг/м<sup>2</sup>. Распределение растительности на этих участках носило мозаичный характер с проективным покрытием дна от 40 до 70 %.

На участках, расположенных между о. Тузла и мысом Белый, на глубине 6—7 м водная растительность по данным исследований 2015—2017 г. отсутствовала. Основной причиной этого стало строительство Тузлинской дамбы (2003—2004 гг.), которое привело к усилению течений в Павловской узости, в тузлинской промоине и вдоль юго-западного склона о. Тузла (Океанографическая оценка..., 2011). Повышенный гидродинамический режим на этих участках вызвал подвижность илисто-песчаных грунтов, следствием чего стало полное отсутствие макрофитобентоса. В небольшой по площади Павловской бухте на глубине 5,7 м формируется многоярусное сообщество макрофитов с доминированием *C. barbata* (GOODEN. & WOODW.) C. AGARDH, но размерно-массовые показатели этой бурой водоросли здесь были невысокими и составляли биомасса — 0,7 кг/м<sup>2</sup>, численность — 32 экз./м<sup>2</sup>. Второй и третий ярусы водорослей формировали представители отделов Rhodophyta (*Callithamnion corymbosum* (J. E. SMITH) LYNGB., *Polysiphonia nigrescens* (DILLW.) GREV.) и Chlorophyta (*Cladophora vagabunda* (L.) HOOK., *Chaetomorpha linum* (MÜLL.) KÜTZ.).

Флора водорослей Камыш-Бурунской бухты достаточно бедна. В прибрежной зоне этой бухты преобладают мягкие, илисто-песчаные грунты. Её южная часть мелководна, хорошо защищена от влияния господствующих ветров одноимённой косой. В прибреж-

ной части Камыш-Бурунской бухты было обнаружено 7 видов водорослей (из них зелёных — 4, бурых — 1, красных — 2) и 1 вид высшего цветкового растения (*Z. marina*). Заросли водорослей распространены в основном мозаично (Дурнова, 2016). По данным С.Е. Садогурского (1996) здесь вблизи берега находится зона монодоминантных сообществ *Z. noltii* (0,4—0,6 м глубины). Монодоминантные сообщества *Z. marina* расположены мористее (1,4—5,0 м). Между ними лежит зона смешанных зарослей обоих видов (0,8—1,2 м). Наиболее высокие значения биомассы отмечаются на чистых зарослях на глубине 0,6 м (623—1048 г/м<sup>2</sup>), при переходе в смешанные заросли значения параметра уменьшаются очень резко (минимум на глубине 1,2 м). В 2017 г. в Камыш-Бурунской бухте на глубине 5 м на расстоянии 750 м от береговой линии присутствовали сообщества макрофитов с доминирующей по численности и биомассе красной водорослью *Polysiphonia subulifera*

(С. Аг.) HARV. На остальной обследованной акватории на глубинах 5,0—6,5 м водная растительность отсутствовала. Вероятно, развитию макрофитов препятствуют особенности гидродинамического режима и низкая прозрачность вод (< 1 м), что в свою очередь мешало проникновению солнечного света к нижним горизонтам. В прилегающей акватории к Камыш-Бурунской бухте Керченского пролива макрофитобентос также отсутствовал.

Таким образом, хозяйственная деятельность в Керченском проливе влияет на состояние фитоценозов и приводит к постепенному снижению площадей произрастания макрофитобентоса в первую очередь за счёт снижения прозрачности воды. Однако, учитывая высокую регенеративную способность большинства видов фитобентоса, в случае снижения антропогенной нагрузки следует ожидать снижение седиментации, вызванной дноуглубительными работами и постепенное восстановление фитобентоса.

### Литература

- Бергер В.Я.** О продукции zostеры в Белом море // Биология моря. 2011. № 5. С. 362—366.
- Громов В.В., Костюченко Л.П., Смоляр Р.И.** Донная растительность у западного берега Новороссийской бухты как биотоп и его население // Гидробиол. журн. 1981. Т. 15. С. 14—20.
- Дурнова М.А.** Видовой состав фитобентоса Камыш-Бурунской бухты Керченского пролива // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. М., 2016. С. 64—66.
- Еременко Т.И., Миничева Г.Г.** Обогащение растительности морских акваторий методом искусственных рифов // Искусственные рифы для рыбного хозяйства: тез. докл. М.: ВНИРО, 1987. С. 81—83.
- Зинова А.Д.** Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей. М.; Л.: Наука, 1967.
- Океанографическая оценка последствий современного антропогенного воздействия на экосистему Керченского пролива / Б.Н. Панов [и др.] // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «География». 2011. Т. 24 (63), № 1. С. 109—120.
- Петренко О.А., Себах А.К., Фащук Д.Я.** Некоторые экологические последствия дампинга в Черном море грунтов, извлеченных при дноуглублении в Керченском проливе // Водные ресурсы. 2002. Т. 29, № 5. С. 622—635.
- Рубинштейн И.Г., Хижняк В.И.** Запасы рапаны в Керченском проливе // Рыбное хозяйство. 1998. № 11. С. 39—40.
- Садогурский С.Е.** Изменение видового состава водорослей zostеровых фитоценозов в Керченском проливе (у Крымского побережья, Украина) // Альгология. 1998. Т. 8, № 2. С. 146—155.
- Садогурский С.Е.** Эколого-флористическая характеристика фитоценозов морских трав у берегов Крыма: автореф. дис. ... канд. ист. наук. Ялта, 1996.



Садогурский С.Е., Садогурская С.А., Белич Т.В. К изучению морского фитобентоса у Крымских берегов Керченского пролива // Заповідна справа в Україні. 2005. Т. 11, вып. 1. С. 5—9.

Шкляревич Г.А. Восстановление зарослей *Zostera marina* L. в Кандалакшском заливе Белого моря // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. № 4 (141). С. 13—18.

Эколого-биоценологическая характеристика вод Новороссийской бухты / В.В. Громов [и др.] // Материалы IV съезда ВБГО. Т. 3. Киев, 1982. С. 39—41.

УДК 502.57

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЕ РЕКИ ТЕМЕРНИК В РОСТОВЕ-НА-ДОНУ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

В.А. Миноранский, Ю.В. Малиновская

*Ассоциация «Живая природа степи», г. Ростов-на-Дону, Россия*

*Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

E-mail: mgingerm@yandex.ru, priroda.rostov@yandex.ru

К важным экологическим проблемам крупных городов относятся антропогенное загрязнение, иная трансформация рек и других водоёмов, находящихся на их территории. В прошлом многие из них располагались по окраинам населённых пунктов, использовались для водного транспорта, лова рыбы, отдыха, в качестве источников воды для различных целей, но, по мере увеличения городов, они оказываются в их черте. В Ростове-на-Дону это относится к р. Дон с рукавом Мёртвый Донец, р. Темерник, ряду ручьёв по балкам, родников, озёр, водохранилищ, прудов. Особую озабоченность вызывает состояние р. Темерник. Её длина 33 км. В реку впадает несколько балок, в большинстве которых сток воды проходит весной. Ширина долины в верхней части 50—100 м, средней — 300—500 м, в 2—3 км от устья — 200—300 м (Лурье, Панов, 1999). После 1956 г. больших паводков в Темернике в связи с регулированием русла не отмечалось, и наибольшие расходы воды не превышали 28,9 м<sup>3</sup>/с (в феврале 1928 г. в 8,5 км от устья — 205 м<sup>3</sup>/с, в 1929 г. — 178 м<sup>3</sup>/с).

Река Темерник широко известна со времён Азовских походов Петра I, когда он в 1696 г. останавливался в её устье. Здесь на расстоянии до 5 км от впадения в Дон поднимались первые суда российского флота с осадкой до 200 см, была стоянка судов, вёлся их ремонт, располагался военный лагерь. До XVIII в. по долине Темерника проходила граница между

Турцией и Россией. В 1749 г. была учреждена Темерницкая таможня, в 1761 г. в километре восточнее от неё заложили крепость Дмитрия Ростовского, в 1806 г. — Ростов-на-Дону, а к востоку от него ещё в 1780 г. — г. Нахичевань. В 1928 г. Нахичевань-на-Дону присоединили к г. Ростову-на-Дону (Территория Ростова-на-Дону ... , 1999). Задолго до этого — в начале новой эры у самого устья реки на площади 5 га располагалось Темерницкое городище меотов. Люди заселяли эти места и в более ранние и поздние исторические периоды. Они занимались земледелием, скотоводством, рыболовством. До XX в. в Темерник на нерест шли ценные виды рыб, включая осетровых, здесь были значительные запасы биоресурсов. Его воду население использовало для различных целей, а берега — для пикников и стачек, строительства дач, санатория и иных надобностей. О Темернике слагали легенды, пели песни.

После освобождения в 1943 г. г. Ростова-на-Дону от фашистов только нижний небольшой участок реки находился на окраине города, а основная её часть была за его пределами. Воду загрязняли лишь сбросы из железнодорожных мастерских и завода «Пролетарский молот» около ботанического сада (с 1965 г. — Электробытмаш, выпускавший холодильник «Дон»), нескольких ливневое и городских коллекторов. Сбросы были локальными, небольшими и очищались микро-

организмами, водными растениями и беспозвоночными, т. е. естественными факторами. Ещё в 1950—1960 гг. автор настоящей статьи ежегодно проводил в ботаническом саду учебную практику со студентами-биологами Ростовского государственного университета и на р. Темернике наблюдали многочисленных рыбаков, а студенты и жители города здесь отдыхали и купались.

В 1970—1980-х гг. город начал стремительно разрастаться: были построены новые большие промышленные и иные предприятия, появились огромные жилые массивы и садоводческие товарищества. По количеству населения он стал миллионщиком и 19 из 33 км р. Темерник оказалась в густонаселённых районах. В её бассейне сейчас проживает около 600 тыс. человек, более половины населения Ростова-на-Дону. Незаконная застройка берегов, безграмотное вмешательство в её естественное функционирование, отсутствие или несовершенство ливнёвок, сброс больших объёмов неочищенных стоков с предприятий, канализации и мусора населением, многие другие причины привели к современному состоянию водоёма. Уже в 1970—1980-х гг. в районе зоопарка, ботанического сада и ниже река была сильно загрязнена, природные механизмы (прежде всего, биологические) уже не справлялись с очисткой воды. В 1970-е гг. было принято решение перегородить дамбой балку Камышеваха, в результате чего образовалось Ростовское море и ещё два больших водохранилища. По замыслу проектировщиков, из р. Аксай, находящейся в соседнем районе, насосной станцией по балке в это море должна была подаваться вода, которая бы промывала русло р. Темерника и водохранилища. Однако эта гидросистема не работает уже почти два десятилетия, а в балку сбрасываются сточные воды соседнего г. Аксая.

Забыв о водоохранной зоне реки, власти города стали выдавать разрешение на строительство по берегам р. Темерника жилых и хозяйственных сооружений. Выше ботанического сада в 1970-х гг. на возвышающемся левом берегу реки с естественной степной растительностью, тростником и множеством родников, подпитывающих реку, разрешили организацию садоводческого товарищества

«Кирпичник», и население начало изменять конфигурацию долины реки: нарезать участки, выравнивать землю, завозить плодородную почву, прокладывать дренажные трубы вокруг своих участков, строить дома. Всё это делалось стихийно, без учёта природных особенностей реки. В 1990-х гг. «Кирпичник» утратил статус садоводческого товарищества и стал полноценной городской территорией с регистрацией по месту жительства и стихийной застройкой. Отсутствие централизованных канализаций и уборки мусора вело к тому, что все отходы попадали в реку. В этом же районе находится кирпичный завод № 2, увеличивший площадь до крутых склонов долины р. Темерника, а по их краю проложили покрытую асфальтом городскую автодорогу. Именно здесь 29 мая 2017 г. произошёл оползень земли, сошедший в реку и перегородивший её. Уже с 1980-х гг. экологическая ситуация в реке и в этом районе стала стремительно ухудшаться. Подобные застройки до уреза воды имели место и на других участках. Около р. Темерника появились Северный жилой массив, другие микрорайоны, промышленные предприятия и их стоки хлынули в реку (Оленев, 2017). Неочищенные стоки обильно пополняют реку практически по всему её течению через город. Она постоянно заливается, мельчает. К настоящему времени р. Темерник оказался в центре города, разделив его на две части, и стал открытым канализационным коллектором Ростова-на-Дону с огромным запасом токсичного ила, стойким неприятным запахом в районе с наиболее высокой плотностью населения (здесь расположены железнодорожный и автобусный вокзалы, высотные жилые здания микрорайонов).

Река не только портит эстетический вид, но и негативным образом влияет на здоровье жителей города и гостей. Давно в Ростове гуляет присказка: «речка-Темерничка, вонючая водичка». По микробиологическим, санитарно-химическим и другим показателям вода в р. Темернике характеризуется, как неблагополучная, и Ростовский научно-исследовательский противочумный институт присвоил реке высокотоксичный статус. В последние десятилетия среди населения и домашних животных Дона увеличивается количество

ряда опасных заболеваний (АЧС, туляремия, аллергия, геморрагическая лихорадка, птичий грипп и т. д., и т. п.), появляются новые болезни. Экологическая ситуация р. Темерник содействует этим процессам.

Власти и население города более полувека занимаются реабилитацией реки и борьбой с её загрязнением. Периодически на отдельных участках дно р. Темерника чистят и углубляют земснарядом. Сейчас естественный в прошлом луг в ботаническом саду покрыт буграми из токсичного ила, уровень стоячей, издающей зловоние воды поднялся, а «расчищенный» участок реки заилился (глубина до нескольких десятков см) и загрязнился сильнее прежнего. Для улучшения аэрации грязных стоков и с надеждой на естественное очищение поступающей в Дон воды большую часть дна реки в низовье покрыли бетоном, оставив узкий проток для воды. Деньги потратили большие, надежды не оправдались, а «реконструкция» русла испортила вид территории, где сконцентрированы вокзалы, транспорт и людские потоки жителей города и его гостей.

В 2000-е гг. в устье Темерника провели работы по созданию биомодуля с применением водного гиацинта (эйхорнии) для очистки воды. Из-за неподходящих климатических условий он не дал ожидаемого эффекта и это, вероятно, хорошо, т.к. адаптируйся к нашим условиям, гиацинт мог расселиться и стать «бичом» для всех водоёмов Донской земли. Планировали и проводили эти работы явно неквалифицированные специалисты (о гиацинте и его значении в литературе имеется масса данных), а деньги на это были потрачены. Постоянный поверхностный смыв почвы ведёт к заиливанию русла [у железнодорожного вокзала за 1914—1925 гг. дно поднялось на 80 см, у «Дома отдыха» за 1929—1956 гг. — на 100 см (Лурье, Панов, 1999)]; в последние полвека этот процесс на реке значительно усилился. В результате аварийной ситуации на канализационном коллекторе № 68 в 2010 г. и смыва большого количества песка и грунта высота донных отложений в русле реки в некоторых местах достигла 3 м (Оленев, 2017а). В наши дни на реке отмечено 1 200 источников загрязнения и около ста свалок. Она превратилась в коллектор для отвода бытовых и

других сточных вод в Дон, а её берега на многих участках стали местом сброса мусора.

В последние десятилетия проблемы оздоровления Темерника постоянно обсуждаются на различных уровнях, принимаются программы по оздоровлению реки (например, Программа оздоровления Темерника, 1992 г.), предлагаются решения, проводятся отдельные мероприятия, не всегда продуманные и эффективные. Так, проблемы реки рассматривались на специальном совещании в 1996 г. с участием представителей администрации города, вузов, экологов Москвы, 20 предприятий и организаций Ростова. Председатель экоцентра области доц. В.М. Гарин на нём заявил: «Мне стыдно, что я участвовал в формировании программы деятельности ПЭП «Темерник». Оно очень мало сделало для спасения реки! А сейчас вопрос уже стоит так: либо Темерник начнёт оживать, либо станет очагом экологической катастрофы!» (Тихов, 1996). Он обвинил городскую администрацию в неспособности и нежелании спасти реку. Участники совещания констатировали, что за последние 4 года не удалось ликвидировать сброс канализационных стоков в районе зоопарка, возможность строительства местных очистных сооружений для очистки стоков от Северного жилого массива не рассматривалась, продолжалась застройка и захламление водоохранных зон, ухудшение эпидемиологической обстановки на Нижнем Дону и в районах водозаборов Азова, Таганрога, принятые в 1993 г. постановления о самозахватах прибрежных территорий и вредных производствах полностью не выполнены. Такие совещания происходили и позднее. Прошли годы, менялись ответственные за реабилитацию реки сотрудники в органах власти и исполнители Проектов, тратились региональные, федеральные и даже Всемирного банка (Тихов, 1996) большие деньги, а экологическая ситуация Темерника ухудшалась. Все Проекты страдали краткосрочностью и узостью решаемых задач, низкой компетентностью исполнителей, отсутствием всестороннего охвата проблем реки и города, прогноза их состояния, другими просчётами, что, в конечном итоге, приводило к «латанию мелких дыр», неэффективным тратам бюджетных денег,

созданию коррупционных возможностей и, в конечном итоге, не к улучшению, а ухудшению ситуации.

В 2016 г. разработана очередная концепция проекта «Реабилитация реки Темерник с обустройством береговых полос в общегородской экологический парк». Предполагается, что в результате его реализации на всей протяжённости реки в городе появятся прогулочные зоны, велосипедные дорожки, кафе, зоны отдыха. Проект в декабре 2016 г. поддержан на заседании правительства области, утверждена «дорожная карта» по его реализации и рассчитан до 2025 г. Он имеет много проблемных моментов. В водоохранной зоне реки сейчас живут тысячи людей и при её реконструкции в экологический парк потребуется предоставление жителям большого количества квартир. Здесь имеются и различные производственные структуры. Вопросы захоронения огромных запасов накопленного на дне реки за многие десятилетия токсичного грунта, строительства новых очистных сооружений, источников чистой воды и т.д., и т.п. до 2025 г. будут трудно решаемыми, а при современной ситуации некоторые из них — неразрешимыми.

В 2017 г. на расчистку 7,6 км реки было потрачено более 200 млн руб. По заключённому в 2015 г. госконтракту стоимость работ составила 201 млн 400 тыс. руб. (из федерального бюджета поступило 113,3 млн, остальные из областной казны) (Оленев, 2017а). В середине ноября 2017 г. комиссия с представителями государственных и общественных структур познакомилась с результатами выполненной на реке работой. Будучи членом этой комиссии и зная состояние реки на данном участке весной и летом, автор настоящей статьи отметил, что экологическая ситуация здесь не улучшилась, а, наоборот, ухудшилась. На участке, где в мае сошёл оползень потребовалось дополнительное финансирование на расчистку реки, протока на значительном расстоянии была забита сухим тростником и различным мусором. Подобная ситуация с мусором наблюдалась около дамбы в Северном жилом массиве. В этом же районе на участке с парком для отдыха уровень воды понизили и образовалась большая территория с грязной

токсичной илистой поверхностью, лужами и небольшими потоками воды, что вызвало недовольство жителей. Около зоопарка через пульпопровод донные отложения реки, добываемые земснарядом, отправлялись в район «серпантина» в Змиевой балке и временно складировались. Здесь отложения обезвоживались и вывозились за город. Эта работа была локальной и эффективность её вызвала много вопросов (земснаряд взмучивал токсичный ил и часть его загрязняла воду ниже по течению, из «серпантина» грязные стоки опять попадали в реку, где и как хоронился ил и др.). Вероятно, прав министр Минприроды области М.В. Фишкин, сказавший на очередном совещании по реабилитации Темерника, что без решения целого ряда проблем, связанных с продолжающимся загрязнением, дальнейшая расчистка реки нецелесообразна. Нет смысла тратить миллионы рублей на то, чтобы просто устранять последствия. Нужно бороться с самими причинами (Простаков, 2017).

Имеется большой мировой и отечественный опыт, успешные разработки учёных и специалистов по экологической реставрации и благоустройству водоёмов и территорий с подобной ситуацией. С деградацией рек в городах, сталкиваются многие страны и различным образом решает возникающие вопросы. Одним из приёмов является погружение части или полностью небольших рек в подземные сооружения, а поверхность земли используется для различных городских целей. В Москве за время её существования на поверхности исчезло около 800 рек, ручьёв, болот, мелких озёр и прудов (Негробов, Жуков, Фирсова, 2000). В Ростове-на-Дону прекратили наземное существование водные потоки, протекавшие в балках, идущим через городской сад им. М. Горького, в районе ул. Турмалиновской, в других местах. Специалистам целесообразно рассмотреть вопрос о размещении Темерника в подземных коллекторах на ряде в наши дни и в будущем наиболее загрязняющих воду участках (в низовьях, частном секторе и т. д.). Поток воды в реке относительно небольшой и его можно поместить в коллектор. На поверхности останутся участки Темерника, где, по расчётам специалистов, чистая вода из ручьёв и Дона будет поступать в реку и её промывать.

Это максимально ограничит сброс неочищенных вод и загрязнение водоёмов. На благоустроенных берегах открытых водоёмах в долгосрочном Генплане развития города можно расположить рекреационные зоны с парками, пляжами, местами любительского лова рыбы и т. д. К таким зонам целесообразно отнести Северное водохранилище, Ростовское море, зоопарк, ботанический сад и, возможно, некоторые другие имеющиеся и вновь созданные территории.

Экосистемы Темерника, как и отдельных её участков, это, прежде всего, системы живой природы, в которых живые организмы играют важнейшую роль в их формировании и стабилизации. В воде сохранных водоёмов восстановится комплекс живых организмов, включающий естественных очистителей воды. Обогалятся рыбные ресурсы (при необходимости они могут быть искусственно запущенными), возрастет количество встречающихся здесь видов беспозвоночных (свободно живущих в водоёмах простейших, бодяг, гидр, ресничных червей, нематод, колостраток, олигохет, моллюсков, ракообразных, насекомых и других членистоногих). На некоторых участках Темерника (в Ростовском море, ботаническом саду и др.) уже сейчас в небольшом количестве встречаются озёрная лягушка, зелёная жаба, краснобрюхая жерлянка, обыкновенная чесночница, водяная черепаха, прыткая ящерица, обыкновенный и водяной ужи. Связаны с водоёмом обыкновенная и малая бурозубки, малая белозубка, восточноевропейская полёвка, малая лесная мышь и другие млекопитающие. На отдельных участках реки ещё размножаются некоторые лимнофильные птицы (малая и большая поганки, малая выпь, кряква, болотный лунь, камышница, лысуха, зимородок, жёлтая и белые трясогузки, дроздовидная камышевка, обыкновенный ремез, тростниковая овсянка, др.). Продолжительное время на Северном водохранилище гнездилась пара лебедей-шипунцов, но убийство одного из них привело к их исчезновению. Многие виды пернатых отмечаются здесь во время кочёвок и миграций (кваква, серая и малая белые цапли, красноголовый нырок, пастушок, озёрная чайка, речная крачка, варакушка и т. д.), при

улучшении экологической ситуации ряд из них могут на Темернике гнездиться. При снижении загрязнения водоёмов, создании благоприятных факторов многие виды животных способны здесь увеличить численность и играть важную роль в оптимизации и стабилизации условий. В ряде мест смогут обитать лебеди, огари, пеганки и другие пернатые, как это имеет место на искусственных водоёмах многих городов страны и зарубежья.

Для улучшения экологических условий в районе открытых водоёмов большого внимания заслуживает растительность. В последние десятилетия на Дону наблюдается сокращение зелёных насаждений, что отрицательно влияет на окружающую среду и жизнедеятельность людей. Доля фактической обеспеченности зелёными насаждениями от нормативной составляет: в Ростове-на-Дону — 26,6 %, Таганроге — 31,7 %, Новочеркасске — 40,4 %, Азове — 43,2 % и т. д. Обустройство участков Темерника с открытыми водоёмами растительностью, создание здесь сети парков имеет многогранное значение для улучшения экологической ситуации в городе миллионнике. Это привлечёт сюда многих дендрофильных животных и, прежде всего, птиц. В ботаническом саду, зоопарке сейчас размножаются обыкновенная пустельга, чеглок, перепелятник, фазан, вяхирь, кольчатая и обыкновенная горлицы, кукушка, ушастая сова, сплюшка, большой пёстрый, седой и сирийский дятлы, лесной конёк, обыкновенный жулан, чернолобый сорокопуд, обыкновенная иволга, сойка, сорока, грач, серая ворона, ястребиная, черноголовая и серая славки, мухоловки пеструшка, белошейка и серая, обыкновенная горихвостка, горихвостка-чернушка, обыкновенный соловей, обыкновенная лазоревка, большая синица, домовый и полевой воробьи, зяблик, обыкновенная зеленушка, черноголовый щегол, коноплянка, обыкновенный дубонос, садовая овсянка и др. При определённых условиях здесь могут размножаться кобчик, чеглок, чёрный и певчий дрозды, пеночка-теньковка, малая мухоловка и ряд других. Многие птицы останавливаются в древесных насаждениях во время миграций, зимой. Используют их и млекопитающие (белогрудый ёж, летучие мыши, лесная мышь,

обыкновенная белка, ондатра, обыкновенный слепыш, ласка, каменная куница и др.). Благоустройство открытых участков реки, увеличение площади древесно-кустарниковых насаждений под контролем специалистов положительно отразится на растительном и животном мире территории, её экологическом состоянии, привлекательности для ростовчан и рекреационных возможностях. Это позволит создать природно-экологический каркас внутри города, его уникальные зелёные зоны.

Экосистемы Темерника это системы живой природы, которые должны рационально регулироваться (управляться) специалистами. Проект реконструкции Темерника должен предусматривать широкое использование природоподобных технологий и природосберегающих мероприятий биологического, инженерно-технического, гидростроительного, градостроительного и другого характера. Его необходимо разрабатывать и реализовать квалифицированным специалистам и ответственным за работу профессионалам, которые не повторят имевшиеся ранее примеры бездарной траты выделяемых денег. Важно не только выявить источники вредных выбросов в Темерник и ликвидировать их, но и очистить русло и прилегающую территорию от накопившихся в большом количестве вредных для живых организмов, включая людей, веществ. Ещё более сложной и трудоёмкой работой является создание экологически чистых зон и поддержание их в оптимальном состоянии в течение последующих 50 и более лет. Закрытие источников выбросов, техническое перевооружение локальных очистных сооружений, создание береговой защитной

зоны, восстановление живой природы, другие полезные мероприятия, вырванные из комплексной программы по реабилитации Темерника, не принесут ожидаемого эффекта. Выполнение программы, рассчитанной на продолжительный срок, не должно определяться желаниями отдельных лиц (они и их возможности часто меняются). В последние десятилетия, город быстро расширяется и превращается в мегаполис, включающий близлежащие города, станицы, посёлки. Река протекает через густонаселённые районы города, и остановить процесс освоения прибрежных районов для различных целей на всей реке, организовать полную очистку сбросов очень трудно. Это со временем увеличивает потенциал загрязнения, усиливает деградацию экосистем Темерника и заставляет предусмотреть данную тенденцию.

Десятилетиями Темерник создаёт негативную экологическую ситуацию в Ростове, и ранее принимавшиеся многочисленные усилия по её реабилитации не приносили успеха. Есть надежда, что в формируемом в настоящее время Проекте экологической реабилитации реки будут участвовать квалифицированные специалисты, которые всесторонне учтут его проблемы и риски, возможности их предотвращения, предыдущий негативный опыт по сохранению реки. На этой основе будут разработаны краткосрочные и долгосрочные меры по реконструкции реки и интеграции её в архитектурно-ландшафтный каркас города.

Работа подготовлена при финансовой поддержке Фонда грантов Президента Российской Федерации, проект №17-2-004656.

### Литература

**Лурье П.М., Панов В.Д.** Поверхностные воды // Природа Ростова-на-Дону: Изд-во РГУ, 1999. С. 87—104.

**Негробов О.П., Жуков Д.М., Фирсова Н.В.** Экологические основы оптимизации и управления городской средой // Экология города. Воронеж: ВГУ, 2000. С. 122—127.

**Оленев А.** Дело возрождения реки Темерник теперь губернаторская программа // Вечерний Ростов. 08.06.2017а. С. 2.

**Оленев А.** Темерник забрал часть улицы. Дноуглубительные работы вызвали обвал берега городской реки // Вечерний Ростов. 06.06.2017. С. 1.

**Простаков С.** Темерник обязан стать чистым. Правительство Ростовской области ждёт дальнейшего плана реабилитации этой реки // Вечерний Ростов. 06.10.2017. С. 5.

Территория Ростова-на-Дону с древнейших времён до наших дней / Г.П. Долженко [и

др.] // Природа Ростова-на-Дону. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 1999. С. 8—20.

Тихов В. Речка «Темерничка» тухлая водичка... // Вечерний Ростов. 25.04.1996. С. 2.

УДК 591.524.12

## ЗООПЛАНКТОН РАВНИННЫХ ОЗЁР УЗБЕКИСТАНА

И.М. Мирабдуллаев<sup>1</sup>, Е.Н. Гинатуллина<sup>2</sup>, А.Н. Абдурахимова<sup>1</sup>, Х.Х. Абдиназаров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский государственный аграрный университет, г. Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>НИИ санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний, г. Ташкент, Узбекистан

E-mail: imirabdullayev@umail.uz

В Узбекистане насчитывается около 100 равнинных озёр площадью от 1 до 2 500 км<sup>2</sup>, в том числе 32 озера площадью более 10 км<sup>2</sup> и 12 озёр площадью более 50 км<sup>2</sup>. На равнинах озёра преимущественно речные пресноводные, находящиеся в поймах и дельтах рек. Распространены также озёра, образованные в результате сброса вод с ирригационных систем. Эти озёра зависят от состояния мелиорации орошаемых земель и характеризуются повышенной минерализацией воды.

Исследования зоопланктона озёр Узбекистана ведутся начиная с 1920-х гг. (Карзинкин, 1924; Никольский, Панкратова, Ягудина, 1933; Дарибаев, 1969; Мухамедиев, 1967 и др.). В настоящем сообщении мы суммировали как литературные данные (скорректированные в соответствии с современной таксономией), так и результаты собственных исследований 1985—2017 гг. (Гинатуллина, 2008; Современное состояние ... , 2012; Планктонные сообщества ... , 2016 и др.) по фауне планктонных животных равнинных озёр Узбекистана (см. таблицу). Наиболее подробно изучены Айдар-Арнасайская система озёр, озёра Каракалпакстана и Хорезмского вилоята, оз.-вдхр. Тудакуль.

Таким образом, в равнинных озёрах Узбекистана отмечено 197 (66 пелагических) видов планктонных животных, в том числе 74 (29) видов коловраток, 73 (20) видов ветвистоусых и 50 (17) видов веслоногих ракообразных. Для сравнения: в планктоне рыбободных прудов Узбекистана обнаружено 111 видов животных, из которых коловратки были представлены 50 видами, ветвистоусые ракообразные 37 видами и веслоногие ракообразные 24 видами (Кузметов, 1999).

Как обычно, с ростом минерализации

водоёма, биоразнообразие снижалось (см. таблицу). При повышении уровня минерализации озёр выше 12 г/л из зоопланктонного сообщества минерализованных озёр полностью выпадают ветвистоусые рачки, за исключением *Moina macrophthalma*, но зато увеличивается видовое разнообразие веслоногих рачков и в частности, гарпоктицид.

Сезонная сукцессия видов зоопланктона в озёрах протекает по следующей схеме: 1) планктонные коловратки преобладают в озёрах весной (март—апрель) и осенью, а фитофильные летом (июнь); коловратки показывают наибольшее видовое разнообразие из всех групп зоопланктона; 2) ветвистоусые начинают интенсивно развиваться весной (май) и их развитие продолжается до сентября включительно; 3) доминантные виды кладоцера сменяются в течение лета в зависимости от различия абиотических факторов среды, поэтому пики развития ветвистоусых в различных озёрах могут не совпадать и зависят от того какой вид доминирует; 4) копеподы: крупные виды обычно доминируют в озёрах в марте—апреле и в конце осени, а мелкие показывают максимальное развитие в конце лета; 5) весной в озёрах наблюдается большее число доминантных видов (4—5), летом и осенью количество доминант сокращается до 1—2; 6) из круглогодичных видов в озёрах отмечены *Chydorus sphaericus*, *Alona rectangula*, *Keratella quadrata*.

Наибольшее зоопланктона озёр характерно для начала лета. В середине лета (июль) снижается видовое разнообразие планктона, выпадают виды крупных планктонных ракообразных, а также дициклические коловратки умеренных широт; в планктоне остаются мелкие, стенотермные виды рода *Thermocyclops*,

## Таксономический состав зоопланктона равнинных озёр Узбекистана

Таксон	Пела- гиаль	При- бре- жье	Минерализация, г/л		
			0—5	6—20	21—60
ROTIFERA					
1. <i>Anuraeopsis fissa</i> (GOSSE, 1851)	—	+	+	—	—
2. <i>Asplanchna girodi</i> GUERNE, 1888	+	+	+	—	—
3. <i>A. priodonta</i> GOSSE, 1850	+	+	+	—	—
4. <i>A. sieboldi</i> LEYDIG, 1854	+	+	+	—	—
5. <i>Bdelloidea</i> gen. sp.	—	+	+	—	—
6. <i>Brachionus angularis</i> GOSSE, 1851	+	+	+	—	—
7. <i>B. calyciflorus</i> PALLAS, 1786	+	+	+	—	—
8. <i>B. falcatus</i> ZACHARIAS, 1898	+	+	+	—	—
9. <i>B. hypbalmiros</i> TSCHUGUNOFF, 1921	+	+	+	+	+
10. <i>B. leydigii</i> COHN, 1862	+	+	+	—	—
11. <i>B. plicatilis plicatilis</i> O. F. MÜLLER, 1786	+	+	—	+	+
12. <i>B. plicatilis rotundiformis</i> TSCHUGUNOFF, 1921	+	+	—	+	+
13. <i>B. quadridentatus</i> HERMAN, 1783	+	+	+	+	—
14. <i>B. rubens</i> EHRENBERG, 1838	+	+	+	—	—
15. <i>B. urceolaris</i> LINNAEUS, 1758	+	+	+	—	—
16. <i>B. variabilis</i> HEMPEL, 1896	—	+	+	—	—
17. <i>Cephalodella</i> sp.	—	+	+	—	—
18. <i>Colurella adriatica</i> EHRENBERG, 1831	—	+	+	—	—
19. <i>C. colurus</i> EHRENBERG, 1830	—	+	+	—	—
20. <i>C. obtusa</i> GOSSE, 1886	—	+	+	—	—
21. <i>C. uncinata uncinata</i> O. F. MÜLLER, 1773	—	+	+	—	—
22. <i>C. uncinata bicuspidata</i> EHRENBERG, 1832	—	+	+	—	—
23. <i>Dicranophorus caudatus</i> EHRENBERG, 1834	—	+	+	—	—
24. <i>Eosphora ehrenbergi</i> WEBER, 1918	+	+	+	—	—
25. <i>Euchlanis dilatata dilatata</i> EHRENBERG, 1832	—	+	+	—	—
26. <i>E. deflexa</i> GOSSE, 1851	—	+	+	—	—
27. <i>E. incisa</i> CARLIN, 1939	—	+	+	—	—
28. <i>E. triquetra</i> EHRENBERG, 1838	—	+	+	—	—
29. <i>Filinia longiseta</i> EHRENBERG, 1834	+	+	+	—	—
30. <i>Hexarthra oxyuris</i> ZERNOV, 1903	+	+	—	+	+
31. <i>H. fennica</i> SLADCEK, 1955	+	+	—	+	+
32. <i>Keratella cochlearis</i> GOSSE, 1851	+	+	+	—	—
33. <i>K. quadrata</i> O. F. MÜLLER, 1786	+	+	+	+	—
34. <i>K. testudo</i> EHRENBERG, 1832	+	+	+	—	—
35. <i>K. tropica</i> APSTEIN, 1907	+	+	+	—	—
36. <i>K. valga</i> EHRENBERG, 1834	+	+	+	—	—
37. <i>Lecane luna</i> O. F. MÜLLER, 1776	+	+	+	—	—
38. <i>L. ungulata</i> GOSSE, 1887	—	+	+	—	—
39. <i>L. bulla</i> GOSSE, 1886	+	+	+	—	—
40. <i>L. cornuta</i> O. F. MÜLLER, 1786	—	+	+	—	—
41. <i>L. lamelata</i> DADAY, 1893	+	+	+	—	—
42. <i>L. lunaris</i> EHRENBERG, 1832	—	+	+	—	—
43. <i>L. leontina</i> TURNER, 1892	—	+	+	—	—
44. <i>L. quadridentata</i> EHRENBERG, 1832	—	+	+	—	—
45. <i>L. stenroosi</i> MEISSNER, 1908	—	+	+	—	—
46. <i>L. gissensis</i> ECKST., 1883	—	+	+	—	—



Продолжение таблицы

Таксон	Пела- гиаль	При- бре- жье	Минерализация, г/л		
			0—5	6—20	21—60
47. <i>L. plesia</i> MYERS, 1936	—	+	+	—	—
48. <i>L. thalera</i> HARRING & MYERS, 1926	—	+	+	—	—
49. <i>Lepadella oblonga</i> EHRENBERG, 1834	—	+	+	—	—
50. <i>L. cristata</i> ROUSSELET, 1893	—	+	+	—	—
51. <i>L. ovalis</i> O. F. MÜLLER, 1786	—	+	+	—	—
52. <i>Lophocharis salpina</i> EHRENBERG, 1834	—	+	+	—	—
53. <i>L. kutikovae</i> MIRABDULLAYEV, 2002	—	+	+	+	—
54. <i>Macrochaetus altimirai</i> (AREVALO, 1918)	—	+	+	—	—
55. <i>Mytilina mucronata</i> O. F. MÜLLER, 1773	—	+	+	—	—
56. <i>M. ventralis</i> EHRENBERG, 1832	—	+	+	—	—
57. <i>Notholca acuminata</i> EHRENBERG, 1832	+	+	-	+	—
58. <i>N. squamula</i> O. F. MÜLLER, 1786	+	+	-	+	—
59. <i>Platylas quadricornis</i> EHRENBERG, 1832	—	+	+	—	—
60. <i>P. patulus</i> O. F. MÜLLER, 1786	—	+	+	—	—
61. <i>Polyarthra vulgaris</i> CARLIN, 1943	+	+	+	—	—
62. <i>Pompholyx sulcata</i> HUDSON, 1885	—	+	+	—	—
63. <i>Proalides</i> sp. BEAUCHAMP	—	+	+	—	—
64. <i>Synchaeta vorax</i> ROUSSELET, 1902	+	+	+	—	—
65. <i>Testudinella bidentata</i> TERNETZ, 1828	—	+	+	—	—
66. <i>T. elliptica</i> EHRENBERG, 1834	—	+	+	—	—
67. <i>T. patina</i> HERMANN, 1783	—	+	+	—	—
68. <i>Tetramastix opolienensis</i> ZACHARIAS, 1898	—	+	+	—	—
69. <i>Trichocerca elongata</i> GOSSE, 1886	—	+	+	—	—
70. <i>T. longiseta</i> SCHRANK, 1802	+	+	+	—	—
71. <i>T. pusilla</i> LAUTERBORN, 1898	+	+	+	—	—
72. <i>T. similis</i> WIERZEJSKI, 1893	—	+	+	—	—
73. <i>T. stylata</i> GOSSE, 1851	—	+	+	—	—
74. <i>Trichotria pocillum</i> O. F. MÜLLER, 1776	—	+	+	—	—
CLADOCERA					
1. <i>Acroperus harpae</i> BAIRD, 1843	—	+	+	—	—
2. <i>A. angustatus</i> SARS, 1863					
3. <i>Acantholeberis curvircornis</i> (O. F. MÜLLER, 1776)	—	+	+	—	—
4. <i>Anchistropus emarginatus</i> G. O. SARS, 1862	—	+	+	—	—
5. <i>Alona costata</i> G. O. SARS, 1862	—	+	+	—	—
6. <i>A. quadrangula</i> G. O. SARS, 1862	—	+	+	—	—
7. <i>A. quadrangularis</i> O. F. MÜLLER, 1785	—	+	+	—	—
8. <i>Alona davidi</i> RICHARD, 1895	—	+	+	—	—
9. <i>A. guttata</i> G. O. SARS, 1862	—	+	+	—	—
10. <i>A. archeri</i> G. O. SARS, 1889	—	+	+	—	—
11. <i>A. cambouei</i> GUERNE & RICHARD, 1853	—	+	+	—	—
12. <i>A. rectangula</i> G. O. SARS, 1861	—	+	+	+	—
13. <i>Alonella nana</i> BAIRD, 1850	—	+	+	—	—
14. <i>A. ambigua</i> LILLJEBORG, 1933	—	+	+	—	—
15. <i>A. exigua</i> LILLJEBORG, 1853	—	+	+	—	—
16. <i>Biapertura affinis</i> LEYDIG, 1860	—	+	+	—	—
17. <i>Bosmina longirostris</i> O. F. MÜLLER, 1785	+	+	+	—	—

Продолжение таблицы

Таксон	Пела- гиаль	При- бре- жье	Минерализация, г/л		
			0—5	6—20	21—60
18. <i>Bosmina obtusirostris</i> G. O. Sars, 1862	+	+	+	—	—
19. <i>Camptocercus recticornis</i> Schoeleder, 1862	—	+	+	—	—
20. <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> O. F. Müller, 1785	+	+	+	—	—
21. <i>C. affinis</i> Lilljeborg, 1862	+	+	+	—	—
22. <i>C. pulchella</i> G. O. Sars, 1862	+	+	+	—	—
23. <i>C. turkestanica</i> Berner & Rakhmatullayeva, 2001	+	+	+	+	—
24. <i>C. rigaudi</i> Stingelin, 1905	—	+	+	—	—
25. <i>C. dubia</i> Richard, 1957	+	+	+	—	—
26. <i>C. laticaudata</i> O. F. Müller, 1967	+	+	+	—	—
27. <i>Chydorus sphaericus</i> O. F. Müller, 1776	+	+	+	+	—
28. <i>Ch. globosus</i> Baird, 1943	—	+	+	—	—
29. <i>Ch. latus</i> G. O. Sars, 1867	—	+	+	—	—
30. <i>Diaphanosoma brachiurum</i> Levin, 1848	+	+	+	—	—
31. <i>D. lacustris</i> Korinek, 1981	+	+	+	+	—
32. <i>D. macrophthalma</i> Korovch. & Mirabdullaev, 1995	+	+	+	—	—
33. <i>D. mongolianum</i> Ueno, 1938	+	+	+	+	—
34. <i>D. orchidani</i> Negrea, 1982	+	+	+	+	—
35. <i>D. sarsii</i> Richard, 1894	—	+	+	—	—
36. <i>Daphnia longispina</i> O. F. Müller, 1785	+	+	+	—	—
37. <i>D. cucullata</i> G. O. Sars, 1862	+	+	+	—	—
38. <i>D. galeata</i> G. O. Sars, 1864	+	—	+	+	—
39. <i>D. pulicaria</i> Forbes, 1893	—	+	+	—	—
40. <i>D. magna</i> Straus, 1820	—	+	+	+	—
41. <i>Drepanomacrothrix staschelkanowzei</i>	—	+	+	—	—
42. <i>Dunbevedia crassa</i> King, 1853	—	+	+	—	—
43. <i>Eurycercus lamellatus</i> O. F. Müller, 1785	—	+	+	—	—
44. <i>E. gracilis</i> Schoedler, 1861	—	+	+	—	—
45. <i>Graptoleberis testudinaria</i> Fischer, 1851	—	+	+	—	—
46. <i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz, 1874	—	+	+	—	—
47. <i>I. sordidus</i> (Lévin 1848)	—	+	+	—	—
48. <i>Kurzia latissima</i> Kurz, 1874	—	+	+	—	—
49. <i>Lathonura rectirostris</i> O. F. Müller, 1785	—	+	+	—	—
50. <i>Leptodora kindtii</i> Focke, 1844	—	—	+	—	—
51. <i>Leydigia leydigii</i> Schoedler, 1863	—	+	+	—	—
52. <i>Macrotrix hirsuticornis</i> Normann & Brady, 1867	—	+	+	—	—
53. <i>M. laticornis</i> (Jurine, 1820)	—	+	+	—	—
54. <i>M. spinosa</i> King, 1853	—	+	+	—	—
55. <i>Moina micrura</i> Kurz, 1974	+	+	+	—	—
56. <i>M. macrocopa</i> Straus, 1820	—	+	+	—	—
57. <i>M. microphthalma</i> G. O. Sars, 1820	+	+	—	+	+
58. <i>Megafenestra aurita</i> Fischer, 1849	—	+	+	—	—
59. <i>Oxyurella tenuicaudis</i> G. O. Sars, 1862	—	+	+	—	—
60. <i>Pleuroxus aduncus</i> Jurine, 1820	—	+	+	—	—
61. <i>P. trigonellus</i> O. F. Müller, 1785	—	+	+	—	—
62. <i>P. laevis</i> G. O. Sars, 1862	—	+	+	—	—
63. <i>P. similis</i> Vavra, 1900	—	+	+	—	—

Продолжение таблицы

Таксон	Пела- гиаль	При- бре- жье	Минерализация, г/л		
			0—5	6—20	21—60
64. <i>Podonevadne camptonyx</i> G. O. Sars, 1897	+	+	+	+	+
65. <i>Polyphemus pediculus</i> LINNAEUS, 1778	—	+	+	—	—
66. <i>Rhynchotalona rostrata</i> KOCH, 1841	—	+	+	—	—
67. <i>Sida crastallina</i> O. F. MÜLLER, 1776	—	+	+	—	—
68. <i>Simocephalus serrulatus</i> KOCH, 1841	—	+	+	—	—
69. <i>S. mixtus</i> LILLJEBORG, 1857	—	+	+	—	—
70. <i>S. exspinosus</i> KOCH, 1841	—	+	+	—	—
71. <i>S. vetulus</i> O. F. MÜLLER, 1776	—	+	+	—	—
72. <i>Scapholeberis kingi</i> G. O. Sars, 1888	—	+	+	—	—
73. <i>S. mucronata</i> O. F. MÜLLER, 1776	—	+	+	—	—
COPEPODA					
1. <i>Acanthocyclops trajani</i> MIRABDULLAYEV & DEFAYE, 2002	+	+	+	—	—
2. <i>Apocyclops dengizicus</i> LEPESCHKIN, 1900	—	+	—	+	+
3. <i>Cyclops furcifer</i> CLAUS, 1857	—	+	+	—	—
4. <i>C. vicinus</i> ULJANINE, 1875	+	+	+	+	—
5. <i>Diacyclops languides</i> G. O. Sars, 1863	—	+	+	—	—
6. <i>D. bisetosus</i> REHBERG, 1880	+	+	+	—	—
7. <i>D. odessanus</i> SCHMANKEVICH, 1875	+	+	+	+	—
8. <i>Halycyclops spinifer</i> KIEFER, 1935	—	+	—	+	+
9. <i>H. rotundipes</i> KIEFER, 1935	—	+	—	+	+
10. <i>Ectocyclops phaleratus</i> KOCH, 1838	—	+	+	—	—
11. <i>Eucyclops macruroides</i> LILLJEBORG, 1901	+	+	+	—	—
12. <i>E. macrurus</i> G. O. Sars, 1863	+	+	+	—	—
13. <i>E. serrulatus</i> FISCHER, 1851	+	+	+	—	—
14. <i>Macrocyclus fuscus</i> JURINE, 1820	—	+	+	—	—
15. <i>M. albidus</i> JURINE, 1820	—	+	+	—	—
16. <i>Megacyclus viridis</i> JURINE, 1820	—	+	+	—	—
17. <i>Mesocyclops leuckarti</i> CLAUS, 1857	+	+	+	—	—
18. <i>M. aspericornis</i> , DADAY, 1906	—	+	+	—	—
19. <i>M. aequatorialis similis</i> VAN DE VELDE, 1984	—	+	+	—	—
20. <i>M. ogunnus</i> ONABAMIRO, 1957	+	+	+	+	—
21. <i>M. pehpeiensis</i> HU, 1943	—	+	+	—	—
22. <i>Microcyclops pachyspina</i> LINDBERG, 1937	—	+	+	—	—
23. <i>M. rubellus</i> LILLJEBORG, 1901	—	+	+	—	—
24. <i>Cryptocyclops bicolor</i> G. O. Sars, 1863	—	+	+	—	—
25. <i>C. cf. linjanticus</i> KIEFER, 1928	—	+	+	—	—
26. <i>Paracyclus fimbriatus</i> FISH, 1863	—	+	+	—	—
27. <i>P. affinis</i> (Sars, 1863)	—	+	+	—	—
28. <i>Thermocyclops crassus</i> FISHER, 1853	+	+	+	—	—
29. <i>Th. oithonoides</i> G. O. Sars, 1863	+	+	+	—	—
30. <i>Thermocyclops dybowskii</i> (LANDE, 1890)	—	+	+	—	—
31. <i>Th. taihokuensis</i> HARADA, 1931	+	+	+	—	—
32. <i>Th. vermifer</i> LINDBERG, 1935	+	+	+	+	—
33. <i>Th. rylovi</i> SMIRNOV, 1928	+	+	+	+	—
34. <i>Arctodiaptomus salinus</i> DADAY 1885	+	—	+	+	+
35. <i>Acantodiaptomus denticornis</i> (WIERZEJSKI, 1887)	+	—	+	—	—

## Окончание таблицы

Таксон	Пела- гиаль	При- бре- жье	Минерализация, г/л		
			0—5	6—20	21—60
36. <i>Phyllodiaptomus blanci</i> (Blanc & RICHARD, 1896)	—	+	+	—	—
37. <i>Calanipeda aquae dulcis</i> KRITSCHAGIN, 1873	+	—	+	+	—
38. <i>Canthocamptus staphilinus</i> JURINE, 1820	—	+	+	—	—
39. <i>Clethocamptus confluens</i> (SCHMEIL, 1894)	—	+	—	+	—
40. <i>C. cf. deitersi</i> (RICHARD, 1897)	—	+	—	+	—
41. <i>C. retrogressus</i> SCHMANKEVICH, 1875	—	+	—	+	+
42. <i>Limnocletodes behningi</i> BORUTZKY, 1926	—	+	+	—	—
43. <i>Onychocamptus mohammed</i> BLANC & RICHARD, 1821	—	+	+	—	—
44. <i>O. bengalensis</i> SEWELL, 1934	—	+	—	+	—
45. <i>Nitocra hibernica</i> (BRADY, 1880)	—	+	—	+	—
46. <i>N. lacustris</i> SCHMANKEVICH, 1875	—	+	—	+	—
47. <i>Schizopera aralensis</i> BORUTSKII, 1971	—	+	—	+	—
48. <i>Schizopera spinulosa</i> MIRABDULLAEV & GINATULLINA, 2007	—	+	—	+	—
49. <i>Schizopera setulosa</i> MIRABDULLAEV & GINATULLINA, 2007	—	+	—	+	—
50. <i>Leptocaris brevicornis</i> (VAN DOUVE, 1905)	—	+	—	+	—

копеподиты *Arctodiaptomus salinus* и *Brachionus plicatilis* и коловратки фитофильного комплекса, а также представители хидорид.

Сукцессия видового состава имеет сходную схему для всех изученных озёр: наибольшее видовое разнообразие зоопланктона озёр характерно для весны и начала лета. Осенью и зимой в зоопланктоне встречается 3—4 вида.

В озёрах наблюдается два пика биомассы: первый приходится на апрель—июнь, второй — на август—сентябрь. Величины биомассы и численности связаны с доминирующим видом, уровнем минерализации и глубиной водоёма. Большая биомасса характерна для озёр со средней глубиной 8—10 м и минерализацией менее 3 г/л.

## Литература

- Гинатуллина Е.Н.** Экологические особенности сообщества зоопланктона Айдаро-Арнасайской системы озёр // Вестник КазНУ. Сер. эколог. 2008. Т. 22, № 1. С. 36—41.
- Дарибаев А.К.** Зоопланктон озёр Судочье и Каратерень // Гидробиол. журн. 1969. Т. 5, № 4. С. 103—107.
- Карзинкин Г.С.** Планктон юго-западного угла Аральского моря // Русский гидробиол. журн. 1924. Ч. 3, № 1—2. С. 30—40.
- Кузметов А.Р.** Зоопланктон рыбоводных прудов Узбекистана: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 1999.
- Мухамедиев А.** Гидробиология водоёмов Ферганской долины. Ташкент: ФАН, 1967.
- Никольский Г.В., Панкратова В.Я., Ягудина С.И.** Материалы по рыбному хозяйству среднего и нижнего течения Амударьи // Труды Аральского отд. ВНИРО. М.: ВНИРО, 1933. Т. 1. С. 12—16.
- Планктонные сообщества гидрозкосистем ветланда Судочье (Приаралье, Узбекистан) / И.М. Мирабдуллаев [и др.] // Научные труды Дальрыбвтуза. 2016. Т. 39. С. 38—48.
- Современное состояние водных биоценозов Айдаро-Арнасайской системы озёр Узбекистана / А.Н. Абдурахимова [и др.] // Вестник Тинбо. 2012. № 1. С. 33—40.

УДК 639.3 (470.620)

**ПЕРСПЕКТИВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Г.А. Москул, А.В. Абрамчук, Н.Г. Пашинова

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

E-mail: gmoskul@bk.ru

Одной из наиболее важных современных проблем является обеспечение населения белковыми продуктами животного происхождения. В этой связи огромное народно-хозяйственное значение имеет наиболее полное и эффективное использование биологических ресурсов внутренних водоёмов.

Краснодарский край располагает значительным фондом рыбохозяйственных водоёмов (озёра, реки, лиманы, водохранилища, пруды и др.), общая площадь которых превышает 250 тыс. га. Наиболее перспективными в рыбохозяйственном отношении являются Азово-Кубанские лиманы общей площадью более 126 тыс. га, русловые пруды, созданные на реках Азово-Кубанской равнины (Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили, Понура и их притоки) общей площадью более 49 тыс. га, водохранилища (Краснодарское, Крюковское, Варнавинское) общей площадью 48 тыс. га.

Внутренние водоёмы Краснодарского края — это объекты комплексного назначения. Используются они для орошения земель, получения электроэнергии, водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных предприятий, судоходства, а также для получения свежей пресноводной рыбы в течение всего года.

Данные виды водных объектов (озёра, лиманы, реки, водохранилища, пруды и др.) таят в себе большие резервы увеличения производства товарной рыбы без применения комбикормов, удобрений и больших капитальных затрат.

Азово-Кубанские лиманы вытянулись почти на 100 км вдоль берега Азовского моря. Ширина их в южной части 10—20 км, в средней и северной достигает 40 км. Лиманы связаны между собой узкими гирлами и ериками или искусственно прорытыми каналами.

Основным источником поступления пресной воды в лиманы служит р. Кубань. От количества поступающей из неё воды во многом зависит состояние лиманов: их глубина,

температура воды, зарастаемость макрофитами, солёность воды и др. Связь с Азовским морем осуществляется через морские гирла и прорытые каналы.

Большинство лиманов имеют небольшие глубины, от 0,5 до 1 м, хотя есть лиманы и с глубинами до 2,5 м и более. Площади водного зеркала у большинства лиманов составляют от 50 до 500 га. В первой половине прошлого столетия насчитывалось около 220 лиманов, общей площадью 150 тыс. га (Троицкий, 1958). К 1988 г. общая площадь лиманов сократилась до 136 тыс. га. С момента проведения в 1988 г. учётной аэрофотосъёмки лиманов, площадь их уменьшилась ещё на 10 тыс. га и в настоящее время их площадь составляет 126 тыс. га (Постановление Главы администрации Краснодарского края № 420 от 04.05.2007 г.). Из них 31 тыс. га занимают нерестово-вырастные хозяйства, 48 тыс. га — площади рыбопромысловых участков, остальная часть лиманов 47 тыс. га может использоваться под товарное рыбоводства (30 тыс. га) и любительское рыболовство (17 тыс. га).

Все Азово-Кубанские лиманы относятся к высокопродуктивным водоёмам, и использовать их необходимо комплексно, т.е. для воспроизводства рыб Азовского моря (судака и тарани) и выращивания ценных промысловых видов (караш, белый и пёстрый толстолобик, белый и чёрный амур, веслонос, бесер, пиленгас и др.).

Кормовые ресурсы Азово-Кубанских лиманов (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты) развиваются довольно хорошо, однако, используются они в основном малоценными и сорными видами рыб (карась, плотва, краснопёрка, окунь, уклея и др.).

Рыбопродуктивность колеблется от 10 до 25 кг/га. Малоценные виды рыб составляют более 80 % уловов.

Расчёты, проведённые по имеющимся кормовым ресурсам показывают, что за счёт

естественных кормов можно получить в среднем с каждого гектара водной площади от 175 до 425 кг рыбной продукции.

Для получения такой рыбопродуктивности необходимо осуществлять ежегодное зарыбление лиманов отведённых для товарного рыбоводства (30 тыс. га) годовиками индивидуальной массой 25—30 г из расчёта: 150—300 экз./га белого толстолобика, 50—80 экз./га пёстрого толстолобика, 100—200 экз./га белого амура и 15—20 экз./га карпа. При промвозврате 50—55 % и индивидуальной массе 1,0—1,5 кг, рыбопродуктивность по белому толстолобику составит 78—195 кг/га, по пёструму толстолобику — 29—60 кг/га, по белому амуру — 60—140 кг/га, по сазану-карпу — 9—10 кг/га, по добавочным рыбам — 10 кг/га и по местным рыбам — 10 кг/га. Общий годовой вылов будет колебаться в зависимости от плотностей посадок сеголеток-годовиков от 6 до 13 тыс. т (Современное состояние ... , 2012; Москул, Абрамчук, Пашинова, 2017).

В пределах Краснодарского края, в связи с особенностями его природных условий, имеют место три гидрологических бассейна: бассейн рек Азово-Кубанской равнины, бассейн р. Кубани с Закубанскими реками и бассейн рек Черноморского побережья.

Наиболее перспективным в рыбохозяйственном отношении является бассейн рек Азово-Кубанской равнины, расположенный в степной части края. Основные реки Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили, Понура, Албаши, Ясени и их притоки зарегулированы и представляют собой каскад водоёмов (прудов-водохранилищ) площадью от 5—10 до 300—500 и более гектаров. Всего на реках Азово-Кубанской равнины насчитывается более 1320 водоёмов, общей площадью 49 380 га (Рыбохозяйственное освоение ... , 2013).

При строительстве дамб (плотин) планировалось использовать водоёмы комплексно, как для орошения земель, водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных предприятий, так и в рыбохозяйственных целях (для выращивания товарной рыбы). Но до настоящего времени основная часть водоёмов (более 30 тыс. га.) в рыбохозяйственных целях используется не эффективно. В некоторых водоёмах ведётся промысел местных малоцен-

ных видов рыб (плотва, краснопёрка, густера, окунь и др.), рыбопродуктивность в среднем составляет не более 10 кг/га. В то же время в другой части водоёмов (10—15 тыс. га), где специализированные рыбоводные хозяйства НПО «Краснодаррыба» и некоторые фермерские хозяйства и предприниматели, где ежегодно проводятся рыбоводно-мелиоративные работы, рыбопродуктивность составляет 450—800 кг/га (Рыбохозяйственное освоение ... , 2013).

Исследования показали, что кормовые ресурсы (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты) указанных водоёмов развиваются довольно хорошо, однако используют их в основном малоценные тугорослые виды рыб (плотва, краснопёрка, густера, карась, уклейка, пескарь, линь, ёрш и др.), которые дают рыбопродукцию низкого качества.

Несмотря на высокие показатели кормовой базы, рыбопродуктивность водоёмов низка и в большинстве случаев не отвечает их потенциальным возможностям.

Расчёты, проведённые по имеющимся кормовым ресурсам, показывают, что за счёт естественных кормов можно получить в среднем с каждого гектара водной площади по 1 148 кг рыбной продукции (Рыбохозяйственное освоение ... , 2013; Москул, Абрамчук, Пашинова, 2017).

Для получения высокой рыбопродуктивности (1 148 кг/га) необходимо провести мелиоративный отлов малоценных и хищных видов рыб и только после этого приступить к направленному формированию промысловой ихтиофауны водоёмов путём зарыбления их ценными быстрорастущими видами рыб.

Зарыбление необходимо проводить годовиками (белый и пёстрый толстолобик, белый амур и добавочные: карп, чёрный амур, пиленгас, бестер, веслонос и др.) индивидуальной массой не ниже 25—30 г, из расчёта 1 000—1 500 экз./га белого толстолобика, 150—300 экз./га пёстрого толстолобика, 200—350 экз./га белого амура, 200 экз./га карпа. На втором-третьем году по достижении рыб индивидуальной массы 1,0—1,5 кг и при выходе от посадки рыб 50 % рыбопродуктивность по белому толстолобику составит 650—750 кг/га, по пёструму толстолобику —

105—225 кг/га, по белому амуру — 150—227 кг/га, по карпу — 120 кг/га. Кроме того, за счёт добавочных рыб можно будет получать по 20—30 кг/га высококачественной рыбной продукции. В общей сложности естественная рыбопродуктивность достигнет более 1 148 кг/га (Рыбохозяйственное освоение ... , 2013; Москул, Абрамчук, Пашинова, 2017).

В настоящее время все водоёмы не могут быть использованы для товарного рыбоводства, так как нуждаются в серьёзных мелиоративных работах (расчистка ложа от ила и растительности, вскрытие родников, увеличение глубины и др.). Но часть из них (10 тыс. га) вполне пригодны для выращивания товарной рыбы. Общий вылов может составить более 11 тыс. т.

На территории Краснодарского края с целью зарегулирования рек и создания необходимых запасов воды для ирригации и рисосеяния в первую очередь в разное время было построено несколько водохранилищ. В 1941 г. было введено в эксплуатацию Тицкское водохранилище с полным зарегулированием р. Белой и частичным зарегулированием р. Кубани. В 1970—1971 гг. введены в эксплуатацию Крюковское и Варнавинское водохранилища на закубанских реках. В 1974—1975 гг. вступило в строй самое большое на Кубани — Краснодарское водохранилище, в общую площадь которого вошло и Тицкское водохранилище. С вводом в строй Краснодарского водохранилища сток р. Кубани был полностью зарегулирован. Общая площадь построенных в Краснодарском крае водохранилищ равна 48 тыс. га.

Водоохранилища Краснодарского края используются в основном для развития орошаемого земледелия, планировалось и как рыбохозяйственные водоёмы.

Рыбное хозяйство на водохранилищах, по проектным данным, должно базироваться на естественно формирующихся запасах местных рыб (сазан, лещ, судак). Режим работы водохранилищ совпадает с естественным нерестом основных промысловых видов (сазан, лещ, судак и др.). Так, сброс воды на заполнение рисовых чеков начинается в апреле — мае, что совпадает с нерестом основных фитофильных видов рыб (сазан, лещ, и др.).

В период нереста этих рыб сработка уровня водохранилищ достигает в среднем 55 см в декаду. Это приводит к оголению больших нерестовых площадей, иногда до 70—80 % и гибели отложенной рыбами икры (Москул, 1995).

Исследования показали, что достичь проектной (30 кг/га) рыбопродуктивности водохранилищ за счёт аборигенной ихтиофауны практически невозможно. Поэтому в конце 1970-х и в 1980-х гг. все водохранилища Краснодарского края зарыблялись сеголетками, годовиками и двухлетками растительных рыб (в основном белым и пёстрым толстолобиками), выращенными в прудовых рыбоводных хозяйствах. Зарыбление водохранилищ продолжалось до 1989 г. Начиная с 1990 г. и по настоящее время, зарыбление водохранилищ практически не проводится. Промысел базируется в основном на малоценных видах рыб (карась, чехонь, плотва, густера, окунь и др.) и колеблется от 5 до 40 т. Растительные рыбы в 1980-е гг. составляли основу промысла (350—600 т в Краснодарском водохранилище, по 20—40 т в Крюковском и Варнавинском водохранилищах), а начиная с 1993 г. в промысловых уловах они практически не встречаются.

Кормовые ресурсы (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты) водохранилищ Краснодарского края используются в основном малоценными видами рыб, дающими продукцию низкого качества и, кроме того, они не могут в полной мере утилизировать имеющиеся кормовые ресурсы и обеспечить высокий прирост ихтиомассы. Поэтому решающее значение в увеличении рыбопродуктивности водохранилищ должны сыграть вселенцы (белый и пёстрый толстолобики, белый и чёрный амур, веслонос, бестер, стерлядь и другие ценные быстрорастущие виды), которые не вступают в пищевую конкуренцию с местными рыбами.

Кроме этих видов, в водохранилищах должны найти благоприятные условия для размножения и нагула ценные виды из аборигенной ихтиофауны: сазан, лещ, рыбец, шемая и судак, которые будут способствовать увеличению общей рыбопродуктивности водохранилищ.

Зарыбление водохранилищ необходимо проводить годовиками (белый и пестрый толстолобик, белый амур и добавочными: карп, чёрный амур, пиленгас, бестер, веслонос и др.) индивидуальной массой не ниже 25—30 г, из расчёта 50—70 экз./га белого толстолобика, 25—30 экз./га пестрого толстолобика, 20—25 экз./га белого амура, 20—30 экз./га сазана-карпа. На третьем году после зарыбления по достижении рыб индивидуальной массы 2,0—2,5 кг и при выходе от посадки рыб 10 % рыбопродуктивность по белому толстолобику составит 10—14 кг/га, по пестрому толстолобику — 6—7 кг/га, по белому амур — 4—5 кг/га, по сазану-карпу — 4—6 кг/га.

Кроме того, за счёт добавочных рыб можно получить от 3 до 5 кг/га и местных — 5 кг/га рыбной продукции. В общей сложности, рыбопродуктивность водохранилищ может достигнуть более 30—40 кг/га, а ежегодный вылов составит более 1 400—1 900 т.

Расчёты, проведённые по имеющимся кормовым ресурсам показывают, что биопродукционные возможности водохранилищ Краснодарского края очень высокие. Потенциальная рыбопродуктивность находится на уровне 244 кг/га (Москул, Абрамчук, Пашинова, 2017). Однако реальная рыбопродуктивность может достигнуть 30—40 кг/га.

В настоящее время вылов базируется на малоценных видах рыб (карась, чехонь, густера, плотва, краснопёрка, окунь и др.), рыбопродуктивность составляет 3—6 кг/га, а общий вылов не превышает 80—200 т.

Реконструкция ихтиофауны водохранилищ немислима без проведения ряда взаимосвязанных мероприятий, направленных на улучшение экологической обстановки и повышение рыбопродуктивности.

К числу наиболее важных мероприятий, обеспечивающих реконструкцию рыбных запасов в водохранилищах и переход к их рациональному использованию, относятся:

- отлов малоценных и подавление «сорных» и хищных видов рыб с целью улучшения условия для нагула ценных видов;

- поддержание численности основных промысловых видов рыб на уровне, обеспечивающем рациональное промысловое использование биопродукционного потенциала во-

доёмов;

- обеспечение высокоэффективного естественного воспроизводства рыб путём оптимизации уровня режима в весенний период, в частности, во время массового нереста сазана и леща на 5—7 дней поддерживать уровень воды на постоянной отметке.

Для успешного решения данной проблемы необходимо:

- создать сеть государственных питомников для выращивания посадочного материала растительноядных рыб, веслоноса, пиленгаса, осетровых и других видов рыб;

- обеспечить производителей рыбной продукции льготными долгосрочными кредитами, а также техникой, приборами и оборудованием;

- льготное налогообложение.

Все это позволит в короткие сроки (3—4 года) добиться значительного увеличения выхода рыбной продукции с единицы площади.

Для более быстрого и эффективного ведения товарного рыбоводства на водоёмах комплексного назначения необходимо создать различные формы хозяйствования как государственные, так и акционерные, фермерские, частные и другие, которые будут конкурировать между собой и этим самым заметно улучшится ассортимент рыбной продукции и возрастет общий вылов рыбы.

Таким образом, наличие в Краснодарском крае большого разнообразия водоёмов с хорошей кормовой базой и благоприятными природно-климатическими условиями позволяет организовать высокоэффективное товарное рыбоводство. Зарыбление, в первую очередь, части водоёмов (88 тыс. га) карпом, растительноядными и другими ценными видами рыб по имеющимся кормовым ресурсам даст возможность в самые короткие сроки (3—4 года) получить от 18,4 до 25,9 тыс. т высококачественной рыбной продукции широкого ассортимента без больших капитальных затрат.

В 1980-е гг. объём производства товарной рыбы в Краснодарском крае был на уровне 26—35 тыс. т. В настоящее время общий вылов товарной рыбы составляет 8—12 тыс. т (Москул, Абрамчук, Пашинова, 2017).



### Литература

Москул Г.А. Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. СПб.: ГосНИОРХ, 1994.

Москул Г.А., Абрамчук А.В., Пашинова Н.Г. Современное состояние и перспективы развития пастбищного рыбоводства в краснодарском крае: материалы научных мероприятий приуроченных к 15-летию ЮНЦ РАН. Ростов-на-Дону, 13—16 декабря 2017 г. Ростов н/Д, 2017. С. 474—476.

Рыбохозяйственное освоение и способы повышения рыбопродуктивности рек Азово-Кубанской равнины / Г.А. Москул [и др.] // Рыбное хозяйство. 2013. № 2. С. 79—83.

Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования Азово-Кубанских лиманов / Г.А. Москул [и др.] // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы 7 Междунар. конф. Керчь, 2012. Т. 1. С. 68—75.

Троицкий С.К. Кубанские лиманы. Краснодар, 1958.

УДК 574.58(583: 587) 597.2

## РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ВОДОЁМА «СВЯТОЙ ИСТОЧНИК» Г. НУРАТА

З.А. Мустафаева<sup>1</sup>, С.И. Ким<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт зоологии АН РУз., г. Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт рыбоводства МСВХ РУз., г. Ташкент, Узбекистан

E-mail: zuri05@mail.ru

Целью данной работы является проведение комплексных гидрохимических, гидробиологических и ихтиологических исследований водных биоценозов (бактерио-, фито- и зоопланктона, сообществ перифитона, зообентоса и ихтиофауны), определение видового состава, экологических характеристик гидробионтов и выявление причин массовой гибели рыбы в водоёме «Чашма».

Расположен водоём «Святой источник» на территории комплекса «Чашма» в окрестностях г. Нурата, Навоийской области Республики Узбекистан. Название источника дословно переводится с персидского и таджикского языков как «святой источник», в состав комплекса входит сам родник «Чашма» и ряд исторических изданий. Это один из самых посещаемых и почитаемых мусульманских святых мест не только на территории Узбекистана, но и во всей Центральной Азии, привлекающий тысячи туристов со всего мира. Большинство паломников привлекает чудодейственная целебная вода, которая, как утверждается легендой, излечивает любые болезни. Согласно одной из легенд, имеющих хождение среди местного населения, на место комплекса 40 тысяч лет назад упал метеорит, который излу-

чал свет, и на месте падения метеорита забил родник. Местные жители стали называть данное место нур, то есть «свет». От этого якобы произошло и название города Нурата (нур — свет/луч, ата — отец — Отец света) (рис. 1).

### Материал и методы

Для гидрохимических исследований применяли приборы:

- термооксиметр “HANNA” HI 9147-04 и “HANNA” HI 3810 dissolved oxygen test kit — для определения количества кислорода;
- портативный рН метр pHscan-30 — для определения рН;

- портативный кондуктометр ECscan-40 — для определения минерализации;
- стандартные гидрохимические методы проведения анализов в прудовых хозяйствах (Инструкции ... , 1980; Ким, 2016).

При гидробиологических исследованиях применяли стандартные методы отбора и анализов (Киселев, 1969; Правдин, 1966; Салазкин, Иванова, Огородникова, 1984; Абакумов, 1991; Рекомендации ... , 1997) с использованием определителей (Определитель пресноводных водорослей ... , 1953; Кутикова, 1970; Определитель низших растений ... , 1977; Фауна аэротенков, 1984; Мошкова, Гол-



Рис. 1. Комплекс «Чашма» — «Святой источник»

а — мечеть Джума и вид на источник; б — внутренний вид мечети Панджвакта, древняя ирригационная система на территории комплекса

лербак, 1986; Музафаров, Эргашев, Халилов, 1988; Алексеев, 1995).

Для наиболее полного установления видового состава гидробионтов пробы первоначально анализировали живыми сразу после отбор.

Затем пробы фитопланктона фиксировали раствором Люголя (1—2 мл) и окончательно фиксировали формалином (40%-й формальдегид) (5—10 капель). Дальнейший анализ проб производили в лабораторных условиях с помощью микроскопа.

Пробы зоопланктона отбирали капровой планктонной сетью Эпштейна, путём процеживания через неё 10 и 50 л воды, помещали в подготовленные отборники. Пробы фиксировали 4%-м формалином. Дальнейшая обработка и анализ проб проводили в лаборатории. Подсчёт вели под стереоскопическим микроскопом в камере Богорова.

Сбор обрастаний перифитона с поверхности твёрдых предметов производили с помощью скальпеля и пинцета. Небольшое количество материала помещали в широкогорлый пробоотборник (объёмом 0,5 л) с водой с таким расчётом, чтобы количество воздуха над пробой составляло не менее половины объёма сосуда. Дальнейший анализ проб производили в лабораторных условиях с помощью микроскопа фирмы Zeiss.

Пробы зообентоса собирали скребком со дна водоёма и соскобы с бетонированной

поверхности.

### Результаты и обсуждение

Площадь водоёма:  $8 \times 20 = 160 \text{ м}^2$ , объём —  $160 \text{ м}^3$ , глубина от 0,8 до 2,0 м, подпитывается водоём из подземного родника, вода прозрачная, температура  $19,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , донные грунты представлены известняковыми породами.

Гидрохимические показатели состояния воды на момент исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Гидрохимические показатели воды водоёма (сентябрь 2017 г.)

Показатель, размерность	Результат	Норма
Температура воды, $^\circ\text{C}$	20,7	—
pH	7,5	7,0—8,0
Кислород, мг/л	3,8	5,0—6,0
Аммонийный азот, мг/л	0,8	не более 2,0
Нитриты, мг/л	0,02	0,02
Аммиак, мг/л	0,00	отсутствие
Общая минерализация, мг/л	170	до 1000 мг/л для пресноводных видов рыб

На основании визуального обследования и проведённого разового отбора проб по гидрохимии и гидробиологии можно отметить, что водоём представляет собой олиго-

мезосапробный объект с перенасыщенным наполнением рыбой. Такая скученность рыбы способствует крайне быстрому развитию инфекционных заболеваний (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид водоёма, заполненный рыбой

На основании гидробиологического анализа водной экосистемы водоёма было проведено исследование и изучение видового состава, структуры и функционирования растительных и животных сообществ. Всего было обнаружено 78 видов организмов. Таксономическая структура водного биоценоза исследованного объекта представлена в табл. 2.

Таблица 2

Таксономическая структура водных биоценозов «Святого источника» (сентябрь 2017 г.)

Группа	Кол-во
Бактериопланктон	4
Микроводоросли	59
Зоопланктон	12
Зообентос	2
Макрофиты	1
Общее кол-во видов	78

Доминантный комплекс планктонных и перифитонных сообществ был представлен, прежде всего, продуцентами, наибольшего развития и разнообразия среди которых достигают диатомовые водоросли (Bacillariophyta) — 38 видов, сине-зелёные (Cyanophyta) — 15 видов, зелёные водоросли (Chlorophyta) — 6 видов.

В отобранных пробах планктона и перифитона отмечено умеренно-хорошее развитие сине-зелёных водорослей (Cyanophyta), которые представлены в основном планктонными колониальными и нитчатými водорослями родов *Merismopedia*, *Gloeocapsa* (*Gl. alpina* NAG. & BRENDEL, *Gl. turgidus* (KUTZ.) HOLLERB.), *Nodularia spumigena* MERT., *Oscillatoria* (*O. irrigua* AG., *O. limosa* AG., *O. tenuis* (KUTZ.) GOM., *O. terebriformis* (AG.) ELENK), *Phormidium* (*P. autumnale* GOM., *P. papillaterminatum* KISSEL), *Lyngbya* (*L. kuetzingii* (KUTZ.) SCHMIDLE), *Spirulina* (*Sp. laxissima* SMITH.).

Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) по таксономическому разнообразию занимают доминирующее положение в альгофлоре исследованного пруда и представлены широко распространёнными пресноводными о-, о-б- и б-сапробные и пресноводно-солонатоводными видами из родов *Achnanthes*, *Caloneis*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Eunotia*, *Epithemia*, *Denticula*, *Gomphonema*, *Amphora*, *Rhoicosphenia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymatopleura*.

На бетонных откосах пруда наблюдается хорошее развитие зелёных нитчатых и десмидиевых водорослей *Spirogyra sp.*, *Spirogyra porticalis* HILSE., *Cosmarium formulosum* HOFF., *Scenedesmus obliquus* KIRCHN., *Sc. quadricauda* BREB., *Tetrahedron minimum* HANSG., а также дерновин мха фонгиналис (*Fontinalis sp.*), которые совместно образуют довольно устойчивые фитоценозы. Последние являются хорошей базой для развития и размножения водных беспозвоночных, в том числе и для организмов планктона.

Зоопланктон представлен 12 видами организмов, из которых простейших — 7, коловраток — 3, веслоногие ракообразные — 2. Доминантный комплекс представлен простейшими *Chilodonella cucullulus* (MULLER), *Ch. uncinata* EHR., *Aspidisca costata* EHR., *Litonotus lamella* SCHEWIAKOFF, *Stylonichia mytilis* EHR., *St. pustulata*; коловратками — *Rotaria rotatoria* (PALLAS), *Chaetonotus sp.*, *Cephalodella sp.*, веслоногими ракообразными — *Eucyclops serrulatus* (FISCHER) (предпочитающий заросли макрофитов) и хищный *Lernaea cyprinacea*.

Зообентос. Преобладающей группой бентосных сообществ водоёма составля-

ет истинно донная фауна, представленная в донных отложениях илоядными формами олигохетно-хириноmidным комплексом, а именно: а-р-сапробных видов малоцетинковых червей семейства Tubificidae и личинок хирономид подсемейства Chironomidae, а также б-а-сапробными видами олигохет подсемейства Naidinae и круглыми червями (Nematoda), а и из-за высокой плотности посадки рыбы организмы бентофауны выедаются практически полностью.

Ихтиофауна водоёма представлена маринкой *Schizothorax intermedius* Mc CLELLAND (семейство Карповые, род Маринки).

Для установления причины массовой гибели рыбы были отобраны и обследованы 5 экз. погибшей рыбы.

У всех обследованных экземпляров кишечники пустые, так как больная рыба перестаёт питаться.

Из организмов бактериопланктона были отмечены а- и а-р-сапробные виды: грибы *Mycota* sp., *Pelonema subtilissima*, *Sphaerotilus dichotomus*, *Branchiomyces sanguinis*, из которых последние два вида являются доминантами.

Во время обследования рыб были обнаружены следующие 3 заболевания:

- ихтиофтириоз, возбудитель — инфузория *Ichthyophthirius multifiliis*. Клиника заболевания: заражение происходит в придонной части водоёма. Освободившиеся от цисты паразиты внедряются в кожу или жабры рыбы в подэпителиальный слой. Снаружи заражённая рыба покрыта белыми бугорками (пустулами) величиной примерно с булавочную головку.

- лернеоз, возбудитель — веслоногий рачок *Lernaea cyprinacea*, который поражает не только кожу рыбы, но способен глубоко проникать в ткани и поражать внутренние органы, высасывая кровь непосредственно из кровеносных сосудов.

- жаберная гниль или бранхиомикоз, возбудитель — грибок *Branchiomyces sanguinis*. Грибок развивается внутри кровеносных сосудов жабр, закупоривает просвет в сосудах и вызывает неравномерное снабжение кровью различных участков жабр. Через некоторое время наступает некроз тех участков, в которые перестала поступать кровь, в даль-

нейшем омертвевшие участки загнивают и подвергаются распаду.

Всё это ещё больше способствует ухудшению состояния больной рыбы и провоцирует заражение другими болезнями.

### Выводы

На основании полученных качественных показателей можно заключить, что сообщества гидробионтов исследованного водного объекта «Чашма» представлены в основном широко распространёнными о-, о-б-, б- и б-а-сапробными формами организмов и, имеющими широкую экологическую валентность.

Гибель рыбы началась вследствие следующих причин:

- в летний период поступление воды в водоём снижается до 270 л/с, то есть в два раза по сравнению с зимой. Уровень воды также понизился примерно на 50 см, то есть сократился общий объём воды и проточность. На момент обследования вода практически казалась стоячей, а отсутствие проточности способствует развитию заболеваний.

- большая плотность посадки рыбы, то есть в небольшом объёме около 160 м<sup>3</sup> содержится приблизительно 2—2,5 тыс. экз. рыб (14.09.2017).

- температура поступающей воды на момент отбора проб была 19,5 °С, так как она является одним из важнейших факторов, обуславливающих темпы жизнедеятельности организмов, то её повышение летом в дневное время у большинства организмов вызывает усиление их биологической активности, т. е. при таком небольшом объёме воды температура повышается на 2—3° и успевает ещё прогреться, что способствует развитию болезнетворной микрофлоры.

- из-за сложного рельефа дна водоёма не всю погибшую рыбу можно было выловить, а это в свою очередь ухудшило гидрохимию водоёма.

Таким образом, очень большое количество рыбы в сравнительно малом объёме воды (примерно 20 экз./м<sup>3</sup>) при незначительной проточности и повышением температуры до благоприятной для возбудителей заболеваний способствовало резкой вспышке болезней и массовой гибели рыбы.

### Литература

- Абакумов В.А.** Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Л., Гидрометеиздат, 1991. С. 18—41.
- Алексеев В.Р.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий (ракообразные). Т. 2. СПб., 1995.
- Инструкции по химическому анализу воды в рыбоводных прудах. М., ВНИИПРХ, 1980.
- Ким С.И.** Проблемы гидрохимии в современной аквакультуре. Ташкент, 2016.
- Киселев И.А.** Планктон морей и континентальных водоёмов. Т. 1. Л.: Наука, 1969.
- Кутикова Л.А.** Коловратки фауны СССР. Л., Наука, 1970.
- Мошкова Н.А., Голлербах М.М.** Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 10. Зелёные водоросли. Класс Улотриксомые. Л.: Наука, 1986.
- Музафаров А.М., Эргашев А.Э., Халилов С.** Определитель сине-зелёных водорослей Средней Азии. Т. 2, 3. Ташкент: Фан, 1988.
- Определитель низших растений. Водоросли / Л.И. Курсанова [и др.]. М.: Сов. наука, 1977.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные / под ред. С.Я. Цацолихина. СПб., 1995.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Том.4. Диатомовые водоросли / М.М. Забелина [и др.]. Вып. 2. М.: Сов. наука, 1953.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных); 4-е изд. М.: Пищ. пром-сть, 1966.
- Рекомендации. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии: Руз 52.25.32-97 / под ред. В.Н. Тальских. Ташкент, 1997.
- Салазкин А.А., Иванова В.А., Огородникова В.А.** Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1984.
- Фауна аэротенков: атлас / под ред. Л.А. Кутиковой. Л.: Наука, 1984.

УДК 574.622

### ВИДОВОЙ СОСТАВ И ТРОФНОСТЬ ЗООПЛАНКТОНА ОЗ. ЖАЙСАН НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

С. Б. Нигметжанов, А.А. Евсеева

*Алтайский филиал ТОО Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
г. Усть-Каменогорск, Казахстан  
E-mail: sayan\_95.kz@bk.ru*

Озеро Жайсан расположено в обширной плоской котловине, ограниченной с юга хр. Манрак, а с юго-востока — хр. Саур. Оба хребта являются продолжением горной системы Тарбагатай. Впадина представляет собой плоскую аккумулятивную равнину с абсолютными отметками от 400 до 490 м. Эта аккумулятивная поверхность под небольшим углом наклонена к центру впадины, заполненной непосредственно озером. Зеркало Жайсана расположено на высоте 390 м над ур. м. Жайсанская котловина имеет резко континентальный климат. Лето в котловине достаточно жаркое, максимум температур

приходится на июль. Зимой в котловине застаивается холодный воздух, самый холодный месяц — январь. Абсолютный зимний максимум достигает минус 53 °С, летний максимум — +42 °С (История озёр ... , 1991).

Озеро Жайсан принадлежит к типу плотинных озёр и заполняется, в основном, водами р. Кара Ертыс. После заполнения водохранилища в 1960 г., в состав которого вошло оз. Жайсан, площадь самого озера значительно увеличилась. Площадь при среднемноголетней отметке уровня (398 мТП) достигает 2 581 км<sup>2</sup>, что составляет около 60 % от общей площади водохранилища, длина — 140 км,

ширина — 35 км, максимальная глубина — 12 м.

Исследования на Бухтарминском водохранилище (включая оз. Жайсан) проводятся ежегодно с момента его заполнения, и имеет многолетняя динамика запаса кормовых объектов молоди рыб и рыб-планктофагов (Евсеева, 2009а, 2009б, 2012; Девятков, Евсеева, 2013). В данной статье рассмотрим видовой состав и трофность зоопланктона оз. Жайсан на современном этапе (с 2014 по 2017 г.)

Зоопланктон — один из важнейших элементов водных экосистем. Его состав, структура и уровень развития определяют направление и интенсивность потоков вещества и энергии в водотоках и водоёмах. Зоопланк-

тон — одно из звеньев трофической цепи в экосистеме, в том числе важный кормовой объект для зообентоса и рыб. Потребляют его и малоценные рыбы: мелкая плотва, окунь, елец, ёрш и другие. От численности и биомассы зоопланктона зависит выживаемость молоди, скорость роста рыб, и в конечном итоге, рыбопродуктивность водоёмов. Поэтому очень важно иметь представление о запасах планктонного корма.

Цель наших исследований — изучение зоопланктона оз. Жайсан как объекта кормовой базы молоди рыб и определение на основе полученных данных трофического статуса и кормности водоёма на современном этапе.

Таблица 1

Таксономический состав и частота встречаемости зоопланктона оз. Жайсан в 2014—2017 гг.

Таксон	Частота встречаемости, %			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Rotifera				
<i>Rotifera sp.</i>	—	7	—	—
<i>Asplanchna priodonta</i> (GOSSE)	94	100	37	88
<i>Brachionus diversicornis</i> (DADAY)	—	—	—	25
<i>Brachionus diversicornis homoceros</i> (WIERZ)	—	—	—	25
<i>Brachionus quadridentatus</i> (HERMANN)	—	7	—	6
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (IDELSON)	75	78	50	75
<i>Bipalpus hudsoni</i> (IMHOF)	—	14	—	—
<i>Keratella quadrata</i> (MÜLLER)	75	100	5	69
<i>Keratella cochlearis</i> (GOSSE)	44	64	6	63
<i>Keratella cochlearis tecta</i> (GOSSE)	—	—	6	19
<i>Notholca acuminata</i> (EHRENBERG)	6	7	—	—
<i>Filinia longiseta</i> (EHRENBERG)	—	—	6	19
Copepoda				
<i>Neutrodiaptomus incongruens</i> (POPPE)	94	100	69	88
<i>Macrocyclus albidus</i> (JURINE)	—	—	—	—
<i>Acanthocyclops viridis</i> (JURINE)	—	14	—	—
<i>Cyclops vicinus</i> (ULJANINE)	69	78	12	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (CLAUS)	94	100	100	100
<i>Thermocyclops crassus</i> (FISCHER)	—	7	—	50
Cladocera				
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (LIEVIN)	6	7	94	100
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (MÜLLER)	6	21	6	—
<i>Chydorus sphaericus</i> (MÜLLER)	19	14	—	—
<i>Bosmina longirostris</i> (MÜLLER)	38	78	6	6
<i>Daphnia longispina</i> (MÜLLER)	25	7	31	31
<i>Daphnia cucullata</i> (SARS)	63	7	75	94
<i>Leptodora kindti</i> (FÖCKE)	—	—	31	56
<i>Bythotrephes longimanus</i> LEYDIG	—	—	12	6
Всего количество видов:	14	19	16	18

Таблица 2

Динамика численности и биомассы зоопланктона оз. Жайсан в 2014—2015 гг.

Группа зоопланктона	2014 г., май		2015 г., май		Среднее	
	Числ-сть, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Числ-сть, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Числ-сть, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>
Rotifera	112,0	132	41,3	47	76,7	89,5
Sopropoda	144,8	1106	42,5	587	93,7	846,5
Cladocera	6,5	53	8,0	46	7,3	49,5
Всего:	263,3	1291	91,8	680	177,7	625,5

### Материал и методы

Исследования проводили на 10 станциях: Тополев мыс, Ултарак, Аксуат, мыс Баканий, мыс Бархот, Аманат, Шенгельды, Актубек, Карсакбай, Волчий мыс. Зоопланктон отбирали сетью Джеди вертикальным протягиванием от дна до поверхности. Пробы обрабатывали в камере Богорова, просчитывали и измеряли все виды зоопланктонов (Шарапова, Фаломеева, 2006). Определение различных групп организмов вели по соответствующим определителям. Для расчёта биомассы использовали уравнения, приведенные в работе Е.В. Балушкиной и Г.Г. Винберга (1979). Продуктивность водоёма определяли по «шкале трофности» С.П. Китаева (1986). Кормность водоёмов определяли согласно рыбохозяйственной классификации М.А. Пидгайко (1984).

### Результаты и обсуждение

Таксономический состав зоопланктона. В последние годы (2014—2017 гг.) в составе зоопланктона оз. Жайсан был зарегистрировано 26 таксонов: Rotifera — 12, Sopropoda — 6, Cladocera — 8. Наиболее часто по акватории озера встречались: из веслоногих рачков *Mesocyclops leuckarti* и *Neutrodiaptomus incongruens*; из ветвистоусых *Daphnia cucullata*, *Daphnanosoma brachyurum*, *Bosmina longirostris*; из коловраток *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella quadrata* и *K. cochlearis* (см. табл. 1).

Численность и биомасса. В весенний период 2014—2015 гг. средние значения численности и биомассы зоопланктона составили 177,7 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 625,5 мг/м<sup>3</sup> соответственно, что по «шкале трофности» С.П. Китаева (1986) соответствовало низкому уровню продуктивности (табл. 2). По численности доминировали веслоногие рачки (93,7 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и коловратки (76,7 тыс. экз./м<sup>3</sup>), а по биомассе доминировали науплиальные и копеподитные стадии веслоногих рачков (846,5 мг/м<sup>3</sup>). Веслоногие рачки на копеподитной стадии являются ценным кормом для рыб, однако преобладание их в водоёме может снизить его продукционные возможности, так как копеподы хищники и они удлиняют пищевые цепи и снижают продуцирование животной биомассы.

В связи с тем, что в мае месяце температура воды в оз. Жайсан недостаточно высокая для развития кладоцер, показатели их численности и биомассы в весенний период низкие (табл. 2).

В летний период 2016—2017 гг. при повышении температуры воды происходило массовое развитие зоопланктона, что отразилось на увеличении численности и биомассы. Средние значения численности и биомассы зоопланктона составили 101,2 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 1 785,6 мг/м<sup>3</sup> (табл. 3), соответственно, что по «шкале трофности» С.П. Китаева (1986)

Таблица 3

Динамика численности и биомассы зоопланктона оз. Жайсан в 2016—2017 гг.

Группа зоопланктона	2016 г., июль		2017 г., июль		Среднее	
	Числ-сть, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Числ-сть, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Числ-сть, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>
Rotifera	5,5	9	14	55	9,8	32
Sopropoda	67,1	850	58,6	631,2	62,9	740,6
Cladocera	26,2	833	30,7	1 193	28,5	1 013
Всего:	98,8	1 691	103,3	1 879,2	101,2	1 785,6

Таблица 4

Распределение станций оз. Жайсан по биомассе зоопланктона в мае 2014—2015 гг.

Тип станции	Тарбагатайское побережье		Курчумское побережье	
	Станция	Биомасса, г/м <sup>3</sup>	Станция	Биомасса, г/м <sup>3</sup>
Малокормные, до 1,0 г/м <sup>3</sup>	Тополев	1,0	Аксуат	0,9
	—	—	Бархот	0,4
			Шенгельды	0,8
			Аманат	1,0
			Бакланий	0,5
Среднекормные, 1,1—2,0 г/м <sup>3</sup>	Карсакбай	1,2	—	—
	Актубек	1,6		
	Волчий	1,1		
Выше средней кормности, 2,1—5,0 г/м <sup>3</sup>	—	—	—	—
Высококормные, 5,1—10,0 г/м <sup>3</sup>	—	—	—	—
	Среднее по побережью	1,2	Среднее по побережью	0,8

Таблица 5

Распределение станций оз. Жайсан по биомассе зоопланктона в июле 2016—2017 гг.

Тип станции	Тарбагатайское побережье		Курчумское побережье	
	Станция	биомасса, г/м <sup>3</sup>	Станция	биомасса, г/м <sup>3</sup>
Малокормные, до 1,0 г/м <sup>3</sup>	—	—	Аксуат	1,0
Среднекормные, 1,1—2,0 г/м <sup>3</sup>	Карсакбай	1,2	Бархот	1,1
	Волчий	2,0	Шенгельды	1,7
Выше средней кормности, 2,1—5,0 г/м <sup>3</sup>	Тополев	2,1	Аманат	2,7
	Актубек	2,3	Ултарак	2,8
Высококормные, 5,1—10,0 г/м <sup>3</sup>	—	—	—	—
	Среднее по побережью	1,9	Среднее по побережью	1,86

соответствует умеренному уровню продуктивности. По численности доминировали веслоногие рачки (62,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>), по биомассе — ветвистоусые рачки (1 013 мг/м<sup>3</sup>), за счёт укрупнения размерного состава кладоцер.

Таким образом, можно сказать, что динамические процессы беспозвоночных зависят в большей степени от температурного режима.

Согласно рыбохозяйственной классификации (Пидгайко, 1984) для весеннего периода 2014—2015 гг. продуктивность зоопланктона оз. Жайсан соответствовала среднему уровню развития кормовой базы рыб. Наиболее высокие показатели развития зоопланктона были зарегистрированы на Тарба-

гатайском побережье, большинство станций исследования характеризовались, как «среднекормные». Курчумское побережье в указанный период исследований было определено, как «малокормное» (табл. 4).

В летний период 2016—2017 гг. по рыбохозяйственной классификации М.Л. Пидгайко (1984) продуктивность зоопланктона оз. Жайсан варьировала в районе категорий «среднекормные» и «выше средней кормности», кроме станций «Аксуат» на Курчумском побережье (табл. 5).

В целом, в 2014—2017 гг. продуктивность зоопланктона оз. Жайсан характеризовалась средним уровнем развития кормовой базы рыб.

### Литература

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169—172.



**Девятков В.И., Евсеева А.А.** Кормовая база рыб озера Зайсан в 2011—2012 годах // Региональный компонент в системе экологического образования и воспитания — 2013. Усть-Каменогорск, 2013. С. 38—41.

**Евсеева А.А.** Зоопланктон // Сукцессии биоценозов Бухтарминского водохранилища: монография / О.П. Баженова и др.; под общ. ред. О.П. Баженовой. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2009а. С. 78—94.

**Евсеева А.А.** Характеристика зоопланктона Бухтарминского водохранилища в 2004—2008 годы // Вестник Семипалатинского государственного университета им. Шакарима: научный журнал. Семей, 2009б. № 2 (46). С. 129—134.

**Евсеева А.А.** Современное состояние зоопланктона озера Зайсан // Региональный компонент в системе экологического образования и воспитания — 2012: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию со дня основания станций юных натуралистов «УИ экобиоцентра». Усть-Каменогорск, «Шыгыс Полиграф», 2012. С. 51—55.

История озёр Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал / Д.В. Севастьянов [и др.]. Л.: Наука, 1991.

**Китаев С.П.** О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озёр разных природных зон // Тез. докл. V съезда ВГБО. Ч. II. Куйбышев, 1986. С. 254—255.

**Пидгайко М.Л.** Зоопланктон водоёмов Европейской части СССР. М., 1984.

**Шарапова Л.И., Фаломеева А.П.** Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоёмов Казахстана (планктон, зообентос). Алматы, 2006.

УДК 597.5:556.55

## К БИОЛОГИИ КРАСНОПЁРКИ (*SCARDINIUS ERYTHROPTHALMUS* L., 1758) КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н.Г. Пашинова, А.В. Абрамчук, Г.А. Москул

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: pashinova@bk.ru

Краснопёрка (*Scardinius erythrophthalmus* L., 1758) населяет водоёмы бассейнов Балтийского, Чёрного, Азовского, Каспийского и Аральского морей. Широко распространена во всех водоёмах бассейна Кубани, отсутствует лишь в горных реках и озёрах с холодной водой. Биология краснопёрки из водоёмов бассейна Кубани изучена недостаточно. Имеющиеся в литературных источниках данные (Абаев, 1971; Москул, 1994, 1998), не раскрывают полную биологическую характеристику этого вида. Поэтому в задачу исследования входило изучение основных биологических характеристик популяции краснопёрки из Краснодарского вдхр. (бассейн р. Кубань).

Ихтиологический материал по основным биологическим характеристикам (размножение, плодовитость, питание, рост, упитанность и др.) популяции краснопёрки из Краснодарского вдхр. (бассейн р. Кубань) собирали и обрабатывали по общепринятым методикам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966).

Собранный материал подвергали полному биологическому анализу: измеряли, взвешивали, отбирали пробы на плодовитость и питание, а также чешую для определения возраста. Пробы на плодовитость отбирали осенью, а также в преднерестовый и нерестовый периоды. Районы нерестилищ и сроки размножения устанавливали по концентрации производителей на местах нереста, а также по наличию самок с гонадами IV—V стадий зрелости. Для определения пищевого спектра краснопёрки, пробы отбирали в течение всего периода нагула рыб.

При исследовании рыб были изучены следующие аспекты биологической характеристики: возрастная структура, линейно-массовая структура, удельная скорость роста (Шмальгаузен, 1935), упитанность по Фульто-ну и Кларк, плодовитость (абсолютная и относительная) самок, содержание кишечного тракта (Методическое пособие ... ,1974) и др. Цифровую обработку полученных материа-

лов проводили по Г.Ф. Лакину (1990).

Всего собрано, обработано и проанализировано 634 экз. краснопёрки разных возрастов.

В результате проведённых исследований установлено, что краснопёрка в Краснодарском вдхр. становится половозрелой в возрасте 2—3 лет. Самцы — в 2 года, при длине 11,4—12,6 см, самки — в 3 года, при длине — 12,8—14,2 см. Однако некоторые самки в отдельные годы нерестятся в возрасте 2 года, при длине 11,8—12,6 см. Для откладки икры самки выбирают неглубокие места в заводях со стоячей водой и богатой растительностью. Нерест порционный, происходит с мая по июнь. Первый нерест наблюдается при температуре воды 16—18 °С, а второй, при 20—22 °С. Икру откладывает на водные растения. Икринки клейкие, диаметром 1,1—1,3 мм. Инкубационный период при 16—18 °С длится 95—125 ч (4—5 сут.), при 20—22 °С — 70—85 ч (3—3,5 сут.).

Выведшиеся личинки до всасывания желточного мешка проходят стадию покоя, находясь в неподвижном состоянии, прикрепившись к подводной растительности. После всасывания желточного мешка переходят к свободному образу жизни.

Анализ динамики абсолютной плодовитости популяции краснопёрки Краснодарского вдхр. в зависимости от возраста самок показывает, что она равномерно увеличивается от младших к старшим возрастным группам, достигая у девятилетних самок в среднем  $136,9 \pm 0,91$  тыс. икринок, составляя в среднем для популяции  $59,3 \pm 0,42$  тыс. икринок

(табл. 1).

Динамика относительной плодовитости также увеличивается от младших самок к старшим, составляя в среднем для популяции 250,47 икр./г.

Отношение массы яичника к массе рыбы увеличивается с возрастом самок и колеблется от 12,63 до 30,50 %, составляя в среднем 22,28 %.

Анализ содержимого пищеварительного тракта краснопёрки Краснодарского вдхр. показал, что рацион её довольно разнообразен. Личинки питаются зоопланктоном. В рацион взрослых особей, кроме растительной пищи (нитчатые водоросли, высшая водная растительность), входят ракообразные (дафнии, циклопы, молодь мизид и гаммарид), черви, личинки водных насекомых и моллюсков, а также в небольшом количестве икра и личинки рыб. Растительность в питании краснопёрки Краснодарского вдхр. составляет более 71,2 %, ракообразные — 19,2 %, личинки водных насекомых и другие водные организмы — 9,6 % (табл. 2).

У младших возрастных групп (0+ — 1+) краснопёрки основу питания составляют нитчатые водоросли (46—42 %), у особей старших возрастов — водные макрофиты (42—48 %).

Как видно из данных табл. 2, основу рациона краснопёрки Краснодарского вдхр. составляет растительность. В то же время водные животные играют немаловажную роль в её питании, составляя 28,8 %.

Интенсивность питания краснопёрки в Краснодарском вдхр. начинается с апреля, при температуре воды выше 12 °С и длит-

Таблица 1

Плодовитость самок краснопёрки в Краснодарском вдхр.

Возраст, лет	Длина рыбы, см	Масса рыбы, г	ИАП, тыс. шт.	ИОП, икр/г	м/М, %	N
2+	13,8 ± 0,08	70,6 ± 0,24	9,5 ± 0,32	134,56	12,63	48
3+	14,9 ± 0,03	98,9 ± 0,12	15,2 ± 0,26	153,69	17,91	36
4+	16,8 ± 0,04	129,4 ± 0,29	26,4 ± 0,34	204,02	20,48	42
5+	19,7 ± 0,10	179,8 ± 0,31	45,9 ± 0,41	255,28	23,11	35
6+	21,8 ± 0,05	215,4 ± 0,26	78,9 ± 0,74	366,29	24,88	35
7+	23,9 ± 0,05	326,5 ± 0,32	104,5 ± 0,58	320,06	26,47	28
8+	25,8 ± 0,05	428,6 ± 0,95	136,9 ± 0,91	319,41	30,50	22
Средняя	19,5 ± 0,07	207,0 ± 0,22	59,3 ± 0,42	250,47	22,28	

Примечание — м/М — отношение массы яичника к массе рыбы, %; ИАП — индивидуальная абсолютная плодовитость; ИОП — индивидуальная относительная плодовитость

Таблица 2

Качественный и количественный состав пищи краснопёрки Краснодарского вдхр., в процентах по массе

Пищевой объект	Состав пищи по возрастным группам				
	0+	1+	2+	3+	4+
	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$
Нитчатые водоросли	46 ± 0,94	42 ± 0,51	38 ± 0,62	37 ± 0,59	22 ± 0,49
Водные макрофиты	16 ± 0,42	35 ± 0,65	44 ± 0,67	42 ± 0,55	45 ± 0,57
Ракообразные	34 ± 0,68	18 ± 0,47	12 ± 0,27	13 ± 0,34	20 ± 0,30
Личинки водных насекомых	2 ± 0,10	3 ± 0,09	2 ± 0,08	4 ± 0,13	7 ± 0,11
Прочие водные организмы	2 ± 0,10	2 ± 0,09	4 ± 0,12	4 ± 0,08	6 ± 0,07
Масса пищевого комка, г	0,2 ± 0,03	0,3 ± 0,04	0,7 ± 0,06	2,0 ± 0,03	3,8 ± 0,04
Масса рыбы, г	13 ± 0,17	26 ± 0,14	65 ± 0,78	96 ± 0,24	126 ± 0,95
Индексы наполнения, ‰	154 ± 0,37	115 ± 0,42	108 ± 0,5	208 ± 0,34	301 ± 0,53
Кол-во обработ. кишечника, шт.	24	28	36	32	38
	5+	6+	7+	8+	Среднее
	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	$\bar{x} \pm m_x$	
Нитчатые водоросли	23 ± 0,41	31 ± 0,59	22 ± 0,61	19 ± 0,58	31,1 ± 0,61
Водные макрофиты	42 ± 0,61	45 ± 0,59	48 ± 0,76	44 ± 0,78	40,1 ± 0,64
Ракообразные	22 ± 0,37	16 ± 0,27	16 ± 0,35	21 ± 0,65	19,2 ± 0,36
Личинки водных насекомых	7 ± 0,08	5 ± 0,14	9 ± 0,15	7 ± 0,26	5,1 ± 0,09
Прочие водные организмы	6 ± 0,12	3 ± 0,14	5 ± 0,10	9 ± 0,19	4,5 ± 0,13
Масса пищевого комка, г	5,7 ± 0,05	8,7 ± 0,06	11,2 ± 0,16	13,2 ± 0,12	5,1 ± 0,05
Масса рыбы, г	172 ± 0,52	219 ± 0,76	336 ± 0,86	429 ± 0,75	165 ± 2,51
Индексы наполнения, ‰	331 ± 1,23	397 ± 1,42	333 ± 1,27	308 ± 1,55	250 ± 0,82
Кол-во обработ. кишечника, шт.	34	29	25	18	

ся до ноября. Индексы наполнения кишечного тракта колеблются от  $108 \pm 0,52$  до  $397 \pm 1,42$  ‰, составляя в среднем для популяции  $250 \pm 0,82$  ‰.

Анализ полученных данных показывает, что краснопёрка в Краснодарском вдхр. растёт сравнительно хорошо. Абсолютные величины как линейного, так и массового роста с возрастом рыб постепенно увеличиваются (табл. 3).

Интенсивный рост краснопёрки объясняется хорошими условиями для её нагула в Краснодарском вдхр. (высокая кормовая база, удовлетворительный как гидрологический, так и гидрохимический режимы). Краснопёрка к 3-летнему возрасту (к моменту полового созревания) достигает длины  $13,6 \pm 0,03$  см с колебаниями от 12,6 до 14,2 см и массы  $68,6 \pm 0,60$  г с колебаниями от 47,6 до 75,4 г. (см. табл. 3). Отдельные экземпляры в 9-летнем возрасте (8+) достигают массы 465,2 г.

Проведённый анализ удельной скорости роста среди разных возрастных групп

краснопёрки Краснодарского вдхр. показал, что наиболее высокой скоростью роста обладают младшие возрастные группы 0+ — 2+ (табл. 4). У старших возрастных групп не отмечена чёткая зависимость увеличения или снижения скорости роста с возрастом.

Чёткой тенденции к увеличению или снижению упитанности как по Фультону, так и по Кларк у разновозрастных групп краснопёрки не обнаружено (табл. 5).

Средняя упитанность краснопёрки Краснодарского вдхр. составляет по Фультону —  $2,39 \pm 0,006$  с колебаниями от  $1,65 \pm 0,012$  до  $3,05 \pm 0,005$ , по Кларк —  $1,67 \pm 0,003$  с колебаниями от  $1,15 \pm 0,001$  до  $2,16 \pm 0,001$ .

Исследования, проведённые по изучению некоторых биологических показателей краснопёрки Краснодарского вдхр. показали, что она достигает половой зрелости на 2—3 году жизни, при длине самцов 11,4—12,6 см, самки — в 3 года, при длине — 12,8—14,2 см. Плодовитость колеблется от  $9,5 \pm 0,32$  до

Таблица 3

Среднегодовалый рост красноперки в Краснодарском вдхр.

Возраст, лет	Длина, см		Масса, г		
	<i>min—max</i>	$\bar{x} \pm m_x$	<i>min—max</i>	$\bar{x} \pm m_x$	n
0+	8,6—10,2	9,5 ± 0,06	11,4—16,3	14,2 ± 0,19	36
1+	10,8—12,4	11,8 ± 0,04	24,6—30,5	27,3 ± 0,14	78
2+	12,6—14,2	13,6 ± 0,03	47,6—75,4	68,6 ± 0,60	88
3+	14,4—15,2	14,8 ± 0,02	86,2—102,1	98,9 ± 0,32	96
4+	15,8—17,4	16,4 ± 0,04	118,4—132,1	128,7 ± 0,31	84
5+	17,8—20,4	19,2 ± 0,06	146,3—190,3	177,4 ± 0,95	88
6+	20,8—22,5	21,5 ± 0,04	202,2—225,4	211,4 ± 0,57	72
7+	23,2—24,6	23,8 ± 0,04	296,8—345,5	326,0 ± 1,45	54
8+	24,8—26,2	25,7 ± 0,06	394,5—465,2	418,4 ± 2,68	38
Средняя	16,5—18,1	17,4 ± 0,04	147,5—175,8	163,4 ± 0,71	

Таблица 4

Удельная скорость роста красноперки Краснодарского вдхр.

Возраст, лет	Длина, см		Cv, г	Масса, г		Cv, см
	<i>min—max</i>	$\bar{x} \pm m_x$		<i>min—max</i>	$\bar{x} \pm m_x$	
0+	8,6—10,2	9,5 ± 0,06	—	11,4—16,3	14,2 ± 0,19	—
1+	10,8—12,4	11,8 ± 0,04	0,216	24,6—30,5	27,3 ± 0,14	0,654
2+	12,6—14,2	13,6 ± 0,03	0,140	47,6—75,4	68,6 ± 0,60	0,921
3+	14,4—15,2	14,8 ± 0,02	0,085	86,2—102,1	98,9 ± 0,32	0,366
4+	15,8—17,4	16,4 ± 0,04	0,104	118,4—132,1	128,7 ± 0,31	0,262
5+	17,8—20,4	19,2 ± 0,06	0,156	146,3—190,3	177,4 ± 0,95	0,322
6+	20,8—22,5	21,5 ± 0,04	0,113	202,2—225,4	211,4 ± 0,57	0,175
7+	23,2—24,6	23,8 ± 0,04	0,101	296,8—345,5	326,0 ± 1,45	0,433
8+	24,8—26,2	25,7 ± 0,06	0,076	394,5—465,2	418,4 ± 2,68	0,248
	16,5—18,1	17,4 ± 0,04	0,124	147,5—175,8	163,4 ± 0,71	0,423

Примечание — Cv — удельная скорость роста

Таблица 5

Упитанность красноперки в Краснодарском вдхр.

Возраст, лет	Упитанность по Фультону		Упитанность по Кларк		n
	$\bar{x} \pm m_x$	<i>min—max</i>	$\bar{x} \pm m_x$	<i>min—max</i>	
0+	1,65 ± 0,012	1,46—1,78	1,16 ± 0,005	1,05—1,17	36
1+	1,67 ± 0,005	1,58—1,78	1,15 ± 0,001	1,14—1,17	78
2+	2,73 ± 0,009	2,42—2,84	1,91 ± 0,005	1,88—2,12	88
3+	3,05 ± 0,005	2,88—3,14	2,16 ± 0,001	2,15—2,19	96
4+	2,92 ± 0,004	2,89—3,06	2,01 ± 0,003	1,95—2,08	84
5+	2,51 ± 0,007	2,35—2,68	1,72 ± 0,004	1,67—1,84	88
6+	2,13 ± 0,005	1,98—2,18	1,49 ± 0,003	1,39—1,53	72
7+	2,42 ± 0,006	2,32—2,48	1,78 ± 0,005	1,65—1,84	54
8+	2,46 ± 0,005	2,36—2,50	1,72 ± 0,005	1,68—1,82	38
Средняя	2,39 ± 0,006	2,25—2,49	1,67 ± 0,003	1,62—1,75	

136,9 ± 0,91 тыс. икринок, составляя в среднем для популяции 59,3 ± 0,42 тыс. икринок.

Основу рациона красноперки Красно-

дарского вдхр. составляет растительность — 71,2 % и водные животные — 28,8 %. Индексы наполнения кишечного тракта колеблются от

108 ± 0,52 до 397 ± 1,42 ‰, составляя в среднем для популяции 250 ± 0,82 ‰.

Растёт краснопёрка в Краснодарском вдхр. сравнительно хорошо. Отдельные экземпляры в девятилетнем возрасте (8+) достигают массы 465,2 г.

Краснопёрка в Краснодарском вдхр. является второстепенным объектом промысла. Её доля в общих уловах составляет 0,3—0,8 %. Является объектом любительского рыболовства.

### Литература

**Абаев Ю.И.** Биологическое обоснование реконструкции ихтиофауны Шапсугского и Шенджийского водохранилищ Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1971.

**Лакин Г.Ф.** Биометрия: 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / Е.В. Боруцкий [и др.]. М.: Наука, 1974.

**Москул Г.А.** Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. СПб: ГОСНИОРХ, 1994.

**Москул Г.А.** Рыбы водоёмов бассейна Кубани. Краснодар: КрасНИИРХ, 1998.

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных): 4-е изд. М.: Пищ. пром-сть», 1966.

**Чугунова Н.И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959.

УДК 582.26:581.16

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ КЛЕТОК У ПРЕДСТАВИТЕЛЯ ТОКСИКОГЕННОГО РОДА *PSEUDO-NITZSCHIA* (*VASCILLARIOPHYTA*) В ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ У БЕРЕГОВ КРЫМА

С.Л. Полякова, О.И. Давидович, Ю.А. Подунай, Н.А. Давидович  
ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник РАН»,  
г. Феодосия, Россия

E-mail: sviatlana.poliakova.77@mail.ru

Диатомовые среди всех водорослей выделяются наибольшим видовым разнообразием. Они встречаются повсеместно: моря и океаны, пресноводные водоёмы, болота, термальные источники, почвы, стены пещер и т. д. Эти одноклеточные фотосинтезирующие организмы играют огромную роль в биосфере Земли (Round, Crawford, Mann, 1990). Жизненный цикл диатомовых связан с изменением размеров клеток, в начале проходит постепенное уменьшение размеров клеток в процессе вегетативного деления, заканчивается цикл восстановлением первоначальных размеров (правило МакДональда-Пфитцера) (Роцин, 1994; Experimental studies ... , 2004). Л. Гайтлер показал связь этого морфологического цикла с половым процессом (Geitler, 1932). Уменьшаясь и достигая критических размеров — а это примерно половина от максимального размера (т. е. размера инициа-

льных клеток) — клетки приобретают способность к половому воспроизведению, которое может произойти при наличии благоприятных условий. Изучение размерных характеристик необходимо для определения фазы онтогенеза, в которой находятся клетки рассматриваемой популяции (Репродуктивные особенности ... , 2015). Представители рода *Pseudo-nitzschia* Н. PERAGALLO широко распространены в акватории Мирового океана (Рябушко, 2003). Отдельные виды этого рода способны продуцировать домоевую кислоту, опасную для здоровья и жизни человека, по пищевым цепям она накапливается в тканях моллюсков и способна вызвать у конечного потребителя сильное отравление токсином (Bates, 1997; Davidovich, Bates, 1998).

В настоящей работе представлены данные о размерах клеток *Pseudo-nitzschia* cf. *seriata*, встречающейся в акватории прибрежных

вод Крыма, и дан анализ размерного распределения с точки зрения теории жизненного цикла (Mann, 1988).

### Материал и методы

Материалом для исследования послужили клетки *Pseudo-nitzschia cf. seriata*, обнаруженные в планктонных пробах, отобранных с помощью малой сети Джеди в нескольких местах вдоль прибрежной акватории Крыма: Севастополь (Графская пристань), Карадаг (бух. Львиная, м. Мальчин, причал Биостанции, бух. Актинометрическая, бух. Лисья), Керчь (набережная, причал). Временной диапазон отбора проб с 6 августа 2017 г. по 26 февраля 2018 г. Одиночные клетки *Pseudo-nitzschia cf. seriata* выделены микропипеточным способом и введены в клоновые культуры, содержащиеся в искусственно приготовленной по рецепту среды ESAW с модификациями морской воде солёностью 18 ‰ (Давидович, Давидович, 2009). Клоны содержали в стеклянных чашках Петри диаметром 10 см в объёме среды 20 мл в изолированной комнате с постоянным температурным режимом  $20 \pm 1$  °C на полках у окна с северной стороны, при естественном освещении. Наблюдения и измерения длины клеток проводили, используя микроскоп Biolar PI (PZO, Польша) с окулярной линейкой, при увеличениях водоиммерсионного объектива 30 $\times$ , окуляров  $\times 12,5$  и тубуса 1,25 $\times$ .

### Результаты и обсуждение

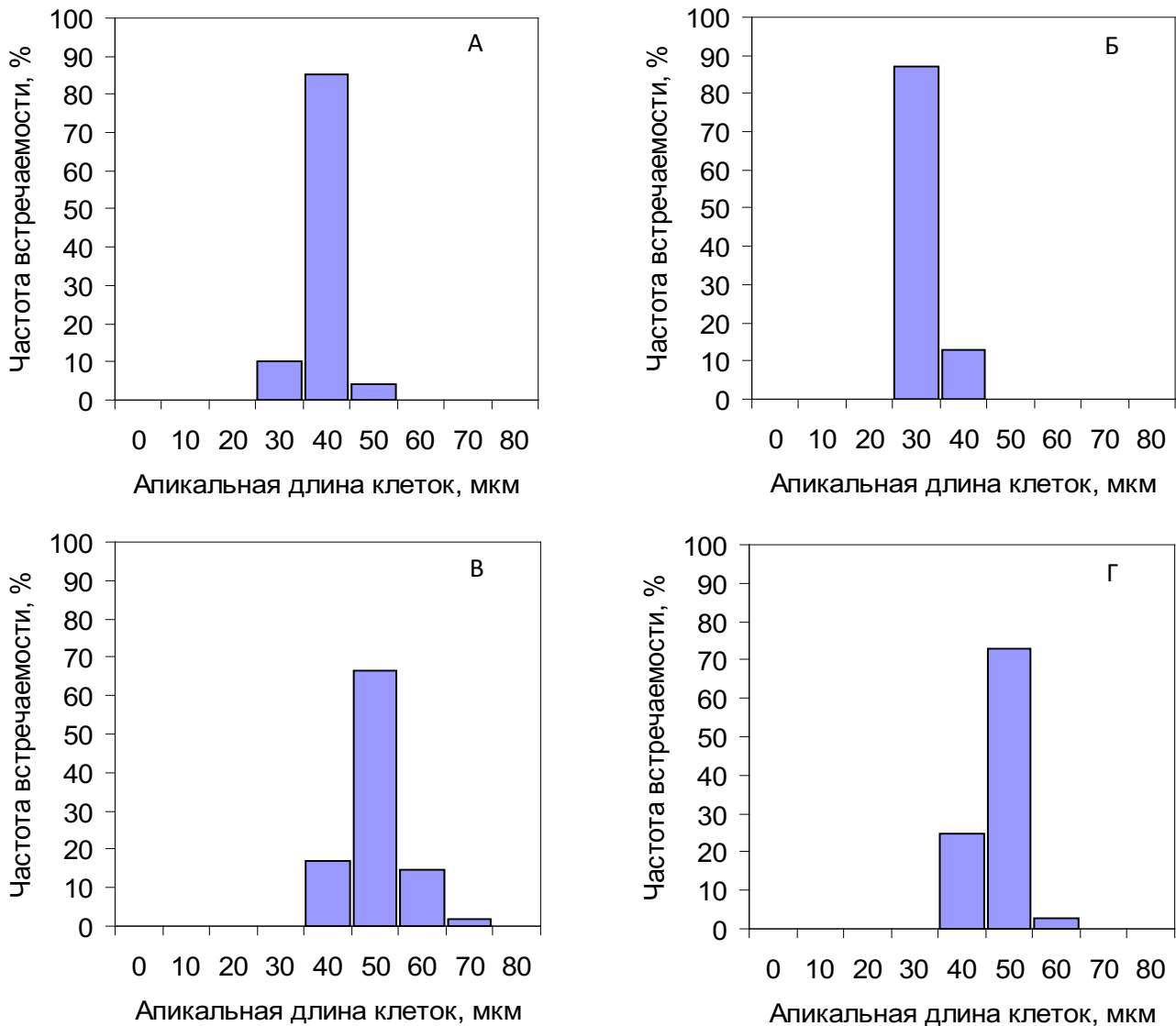
Апикальная длина клеток *Pseudo-nitzschia cf. seriata* в природной популяции у побережья Карадага в августе 2017 г. колебалась от 29 до 47 мкм, средняя длина измеренных клеток составила  $35 \pm 0,3$  мкм (количество измеренных клеток  $N = 117$ ). Апикальная длина клеток в пробе, отобранной у побережья Карадага в феврале 2018 г. находилась в диапазоне 22—35 мкм, средняя длина уменьшилась (по сравнению с августом) и составила  $28 \pm 0,44$  мкм ( $N = 54$ ). В пробе, отобранной в декабре 2017 г. с Графской пристани г. Севастополя, *Pseudo-nitzschia cf. seriata* присутствовала в большом количестве. В Севастопольской пробе диапазон и средние значения апикальной длины клеток были выше, чем у побережья Карадага; для 152 измеренных клеток, среднее значение длины составило  $47 \pm 0,46$  мкм, а её варьирование — от 34 до

65 мкм. Длина клеток *Pseudo-nitzschia cf. seriata* в Керченских пробах в октябре 2017 г. (среднее значение  $44 \pm 0,32$  мкм,  $N = 154$ ) также оказалась большей, по сравнению с длиной клеток в Карадагских пробах.

Размерное распределение длины клеток *Pseudo-nitzschia cf. seriata* в прибрежной акватории Крыма как в пространственном, так и во временном отношении представлено на рисунке. Диаграммы А и Б показывают уменьшение апикальной длины клеток с августа 2017 г. по февраль 2018 г. у побережья Карадага. В августе длина большинства измеренных клеток находилась в диапазоне от 35 до 45 мкм, гораздо меньшего числа — в диапазоне 25—35 мкм, и лишь немногие клетки имели длину 45—55 мкм. В Карадагских пробах, взятых в феврале, наибольшее в относительном выражении количество клеток находилось в диапазоне длины 25—35 мкм, а в диапазоне 35—45 мкм было всего 13 % клеток от общего числа; клетки большего размера не встречались. За семь месяцев, с начала августа и до конца февраля, среднее значение апикальной длины клеток у побережья Карадага уменьшилось на 7 мкм (с 35 до 28 мкм), то есть в среднем происходило уменьшение клеток на 1 мкм в месяц. Судя по имеющимся данным, максимальные видоспецифические размеры у вида немногим более 100 мкм, исходя из этого можем констатировать, что большинство клеток находилось в генеративной фазе и при благоприятных условиях в этой популяции возможно половое воспроизведение. В течение года половое воспроизведение может происходить неоднократно, об этом будет свидетельствовать широкий диапазон колебаний размеров клеток. В отличие от проб из прибрежной зоны Карадага, измерения апикальной длины клеток в пробах, взятых в прибрежной зоне Севастополя в декабре и Керчи в октябре, несмотря на разницу во времени отбора проб, показали меньшие различия средней длины клеток, и как видно из диаграмм В и Г, большинство клеток в этих популяциях имели размеры от 45 до 55 мкм.

### Выводы

В планктонных пробах, отобранных в нескольких местах у берегов Крыма, наблюдается постоянное присутствие *Pseudo-nitzs-*



Распределение размеров клеток в популяциях *Pseudo-nitzschia cf. seriata*:

А — Карадаг, август 2017 г.; Б — Карадаг, февраль 2018 г.; В — Севастопольская бухта, декабрь 2017 г., Г — Керчь, октябрь 2017 г.

*cia cf. seriata* — представителя токсикогенного рода *Pseudo-nitzschia*. В популяциях происходит изменение средних размеров клеток. Преобладающая часть клеток в популяциях находится в генеративной фазе жизненного цикла, что, при наступлении благоприятных условий, может привести к началу процесса полового воспроизведения.

Работа поддержана грантом Министерства образования, науки и молодёжи Республики Крым и региональным грантом Российского фонда фундаментальных исследований № 17-44-92021 р-а «Диатомовые рода *Pseudo-nitzschia*: распространение у берегов Крыма, жизненный цикл, токсикогенная активность».

### Литература

Давидович Н.А., Давидович О.И. Использование среды ESAW в опытах по изучению полового воспроизведения диатомовых водорослей. Карадаг — 2009 // Сборник трудов, посвящённый 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины / под ред. А.В. Гаевской и А.Л. Морозовой. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. С. 538—544.

Репродуктивные особенности диатомовых водорослей: значение для культивирования и биотехнологии / Н.А. Давидович [и др.] // Физиология растений. 2015. Т. 62. С. 167—175.

**Рошин А.М.** Жизненные циклы диатомовых водорослей. Киев: Наук. думка, 1994.

**Рябушко Л.И.** Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна. Севастополь: ЭКОСИ—Гидрофизика, 2003.

**Bates S.S.** Toxic phytoplankton on the Canadian east coast: implications for aquaculture // Bull. Aquacult. Assoc. Canada. 1997. Vol. 3. P. 9—18.

**Davidovich N.A., Bates S.S.** Sexual reproduction in the pennate diatoms *Pseudo-nitzschia multiseries* and *P. pseudodelicatissima* (Bacillariophyceae) // J. Phycol. 1998. Vol. 34. P. 126—137.

Experimental studies on sexual reproduction in diatoms / V.A. Chepurnov [et al.] // Intern. Rev. Cytol. 2004. Vol. 237. P. 91—154.

**Geitler L.** Der Formwechsel der pennaten Diatomeen (Kieselalgen) // Archiv für Protistenkunde. 1932. Vol. 78.

**Mann D.G.** Why didn't Lund see sex in *Asterionella*? A discussion of the diatom life cycle in nature // Algae and the Aquatic Environment / ed. by F.E. Round. Bristol: Biopress Ltd., 1988. P. 384—412.

**Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G.** The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

УДК 639.215.4

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ В КАЗАХСТАНСКОМ СЕКТОРЕ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Н.Н. Попов, А.А. Шакиров

ТОО «Казэкопроект», г. Атырау, Казахстан

E-mail: fich63@mail.ru

Северная часть Каспийского моря — мелководный, хорошо прогреваемый водоём со слабосолеными водами, богатой кормовой базой; является основным районом нагула молоди и подрастающих поколений полупроходных и проходных рыб. Его площадь составляет 99,4 тыс. км<sup>2</sup>, из которых на долю Казахстана приходится 56,3 тыс. км<sup>2</sup> (56,6 %) (Каспийское море ..., 1989).

В казахстанском секторе Северного Каспия обитают 48 видов рыб из 13 семейств, многие из которых нерестятся в самой реке, её пойме и полях, и лишь некоторые — в приустьевой области моря (Песериди, 1967). Однако промысловое значение имеют лишь 11 видов рыб, из которых 2 вида являются наиболее массовыми, — прежде всего, лещ и вобла. Доля остальных видов рыб незначительна.

Также необходимо отметить, что в уловах в единичных экземплярах иногда встречаются рыбы, занесённые в Красную книгу Казахстана (2006), прежде всего такие как белорыбица и кутум. Так, в 2015 г. в нижнем течении р. Урал была поймана одна особь каспийской миноги длиной 12,5 см и массой 2,21 г. В 2017 г. в р. Кигач также был зафиксиро-

ван один случай поимки каспийской миноги (Асылбекова, Мухсанов, Бокова, 2017).

Материалом для данной работы послужили данные исследований, проведённых в летний период 2012—2016 гг. Лов взрослой рыбы проводили девятиметровым тралом на глубинах от 2 до 11 м. Скорость траления составляла 2,5—3,0 узла, продолжительность — порядка 30 мин. На каждой станции навигационными приборами измеряли длину траления. Горизонтальное раскрытие для этого орудия лова составляет 4,86 м (Манькова, 2003). Затем мы высчитывали фактическую площадь каждого траления. Ежегодно в казахстанском секторе Северного Каспия проводили более 50 тралений.

Лещ. Это самый многочисленный вид промысла среди полупроходных и речных рыб Урало-Каспийского бассейна. Объёмы уловов леща в Урало-Каспийском бассейне в середине XX в. достигали 19,16 тыс. т. В настоящее время уловы снизились и сейчас не превышают 5 тыс. т, что составляет более 30 % от общего вылова всех рыб.

Лещ — полупроходная рыба. Большую часть жизненного цикла лещ в море и дельте



р. Урал, здесь происходит нагул взрослой рыбы после нереста и её молоди до созревания. Наибольшие нагульные скопления наблюдаются в зоне слабого осолонения при 4—6 ‰. В конце лета и осенью происходит осенняя миграция леща в мелководные участки моря и нижнюю часть Урала, где остаётся на зимовку. Неполовозрелый лещ весной откочёвывает обратно в Северный Каспий к свалам морских глубин, где находятся наиболее продуктивные пастбища. Весной половозрелая рыба заходит на нерест в Урал.

Летом 2016 г. наибольшие концентрации леща наблюдались в зонах воздействия пресного речного стока Волги и Урала. Максимальные вылов был зафиксированы в 70 и 332 квадрате и составили 152 и 167 экз./га. Между Волгой и Уралом концентрация леща уменьшается (рис. 1). Средний вылов леща в казахстанском секторе Северного Каспия составил 16,0 экз./га.

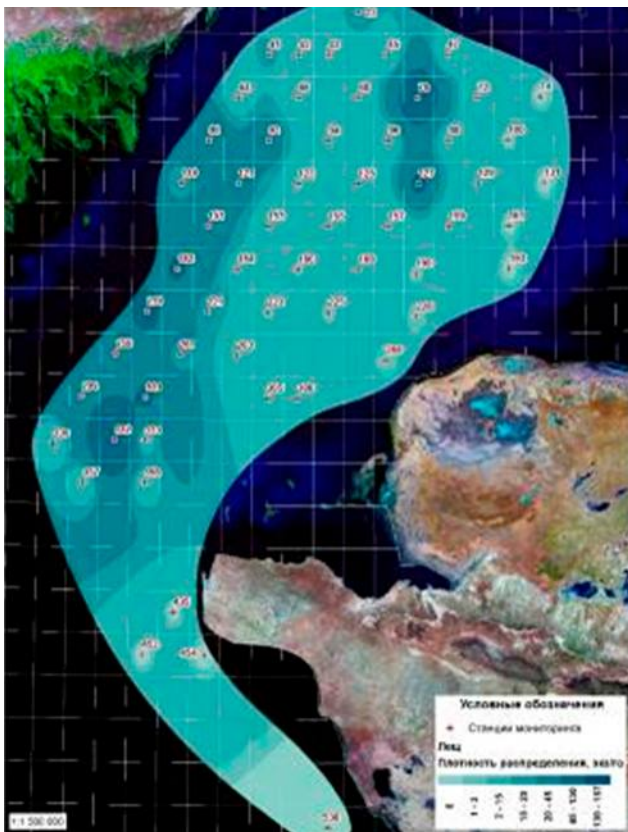


Рис. 1. Распределение леща в казахстанском секторе Каспийского моря в 2016 г. в летний период (экз./га)

Продолжительность периода созревания леща колеблется от 3 до 6 лет. В основной массе рыбы впервые нерестятся в 4-летнем

возрасте при длине 24—30 см. Лещ достигает 13-летнего возраста, длины 50 см и массы 2,0 кг. По материалам наших наблюдений за 2012—2016 гг., размеры леща изменялись от 8,0 до 34,0 см; выловленные рыбы имели массу от 12 до 798 г. При этом необходимо отметить, что средние показатели длины и массы изменялись в небольших пределах от 18,6 до 22,6 см., и от 167,0 до 209,4 г соответственно. Упитанность леща была довольно высокой, что свидетельствует о хорошей кормовой базе водоёма (табл. 1).

В 2016 г. популяции леща в море состояли из рыб в возрасте от 1 года до 9 лет, при этом большинство рыб было в возрасте 2—4 лет (75,9 %). Средний возраст рыб в популяции составил 3,5 лет, что является наименьшим показателем за последние годы. Снижение среднего популяционного возраста может указывать на полное промысловое изъятие старших поколений.

Соотношение полов в популяции изменяется по годам, с небольшим перевесом в пользу самок. В 2016 г. доля самок существенно увеличилась и достигла самой большой отметки за время проведения исследований (рис. 2).

Вобла — традиционный объект промышленного рыболовства в Урало-Каспийском рыбопромысловом районе. Вобла пользуется высоким спросом на потребительском рынке. Уловы этого ценного вида подвержены существенным колебаниям. В XX в., особенно в первой его половине, вобла доминировала в уловах полупроходных рыб. В этот период уловы воблы достигали 45,64 тыс. т. В настоящее время уловы воблы снизились в 20 раз и составляют 2 тыс. т. Однако, несмотря на снижение вылова воблы, на её долю приходится 10—20 % от общего вылова Урало-Каспийского бассейна.

Подвид каспийская вобла — многочисленная стайная рыба. В Каспийском море образует три популяции: северо-каспийскую, азербайджанскую (куринскую) и туркменскую (юго-восточную).

В Урало-Каспийском районе длина половозрелой воблы составляет в среднем 18—19 см (от 10 до 30 см), масса — 140—160 г (от 40 до 400 г). Продолжительность жизни

Качественные показатели леща за 2012—2016 гг.

Год	Размер, см		Масса, г		Упитанность по Фультону	n
	Колебания	Средний	Колебания	Средний		
2012	9,5—31,3	19,8	20—584	174,6	2,25	601
2013	8,0—32,0	20,3	25—582	167,0	2,00	501
2014	12,0—34,0	22,6	30—798	185,0	1,60	566
2015	9,5—33,1	18,6	35—614	183,6	2,15	496
2016	9,2—33,2	21,9	12—712	209,4	1,84	565

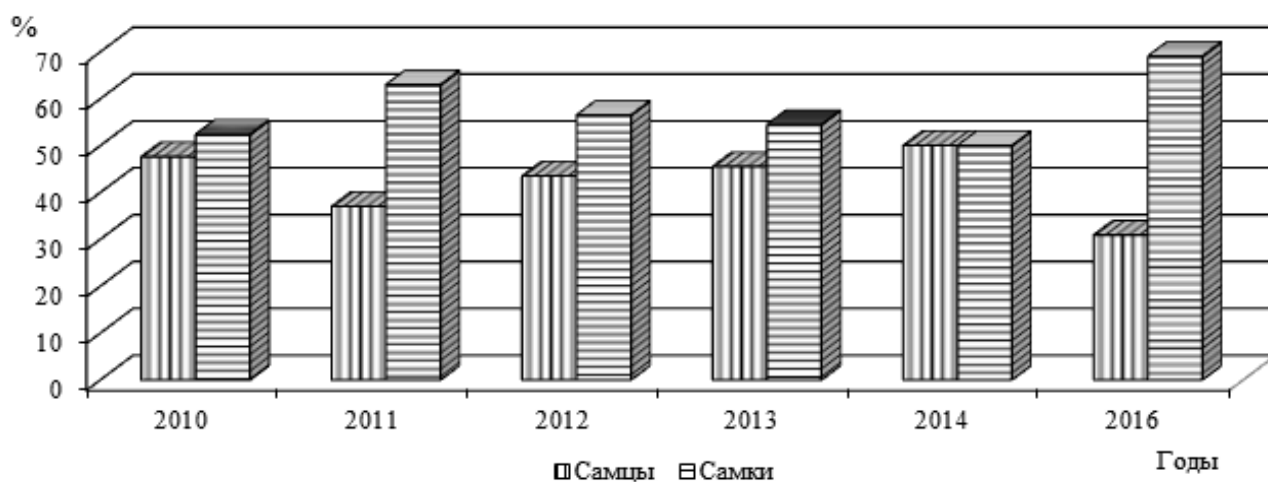


Рис. 2. Динамика соотношения полов у леща за ряд лет

обычно составляет 7—8 лет. Взрослая вобла по характеру питания — эврифаг, преимущественно моллюсковед. Взрослые питаются разнообразными беспозвоночными и их личинками, моллюсками, летом потребляют много нитчатых водорослей, а при обилии мальков крупная вобла питается личинками и мальками рыб. Половой зрелости самцы достигают в 2 года, самки — в 2—5 лет, главным образом в 3 года (Рыбы Каспийского моря, 2008). У производителей развивается брачный наряд в виде эпидермальных бугорков.

В период исследований 2016 г. популяция воблы распределялась по всей акватории Казахстанского сектора Каспийского моря. Однако наибольшие концентрации воблы были в 221 и 43 квадрате и составили соответственно 170 и 167 экз./га (рис. 3).

В среднем вылов на усилие составил 28,8 экз./га. За исследуемый период длина воблы в уловах тралов колебалась в пределах 7,8—29,5 см, масса — от 11 до 500 г, возраст — 1+ — 11+ лет. Упитанность воблы в последние годы остаётся довольно высокой, а средний её возраст имеет тенденцию к снижению (табл. 2).

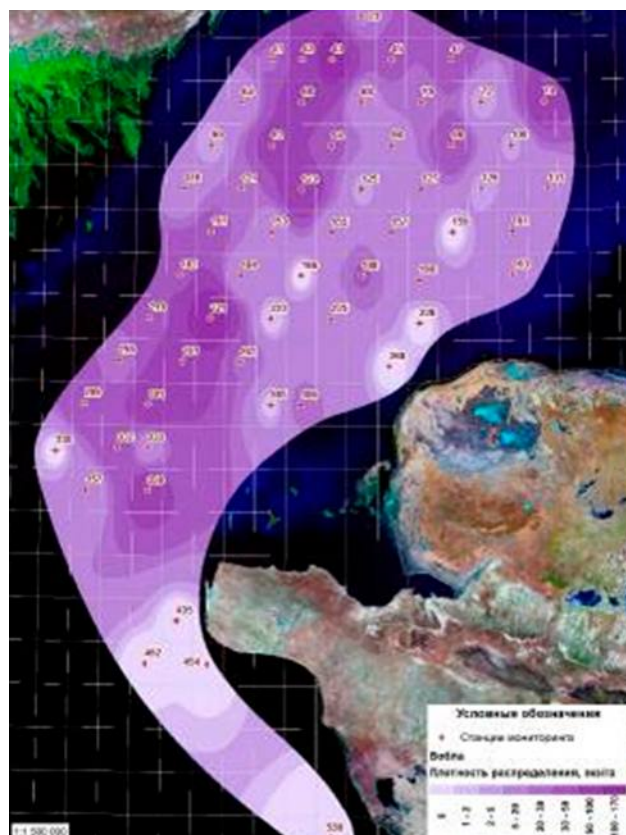


Рис. 3. Распределение воблы в казахстанском секторе Каспийского моря в 2016 г. в летний период (экз./га)

Качественные показатели воблы за 2012—2016 гг.

Год	Размер, см		Масса, г		Упитанность по Фультону	Средний возраст	n
	Колебания	Средний	Колебания	Средний			
2012	9,7—25,4	17,5	12—306	106,8	1,99	4,8	462
2013	11,5—28,0	16,4	17—480	98,0	2,22	5,4	437
2014	7,8—28,0	16,4	11—392	95,1	2,16	5,2	884
2015	11,5—29,5	14,7	28—500	82,5	2,20	4,1	2004
2016	12,4—28,2	16,6	25—419	89,4	1,85	3,8	669

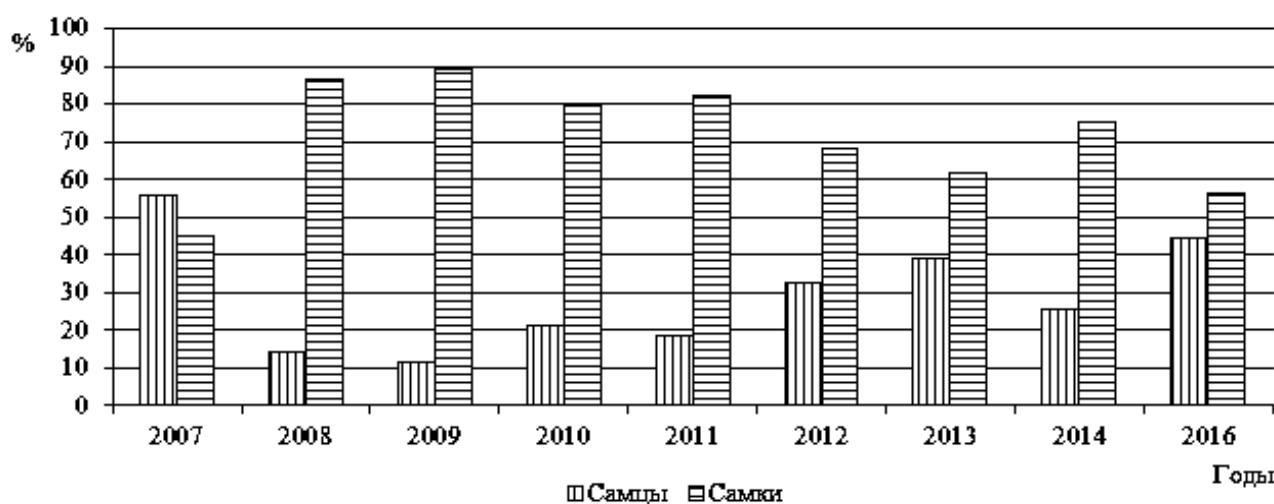


Рис. 4. Динамика соотношения полов у воблы за ряд лет

Соотношение полов в популяции северокаспийской воблы существенно изменяется по годам (рис. 4). Преобладание самцов над самками в 2007 г. в последующие 7 лет сменилось сильным преобладанием самок (до 89 %). К настоящему времени соотношение стабилизировалось с небольшим перевесом у самок.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. В промысловых уловах Урало-Каспийского бассейна лещ и вобла являются доминирующими видами. Доля этих видов в последние годы составляет более 50 % от общего вылова;

2. Средний возраст леща и воблы имеет тенденцию к снижению;

3. Упитанность леща и воблы остается довольно высокой, что может свидетельствовать о хорошей кормовой базе водоёма.

### Литератур

Асылбекова С.Ж., Мухсанов А.М., Бокова Е.Б. Современное состояние рыбных ресурсов в Жайык-Каспийском бассейне // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. Астрахань, 2017. С. 20—25.

Биологическая продуктивность Каспийского моря / отв. ред. Ю.Ю. Марти [и др.]. М.: Наука, 1974.

Каспийское море: ихтиофауна и промысловые ресурсы / В.Н. Беяева [и др.]; гл. ред. Г.В. Воропаев. М.: Наука. 1989.

Красная книга Казахстана. Т. 1. Животные. Часть 1. Позвоночные: изд. 3-е, перераб. и доп. / гл. ред. д-р биол. наук А.Ф. Ковшарь. Алматы, 2006.

Манькова Н.Ю. Эколого-биологические особенности формирования запасов обыкновенного судака в Волго-Каспийском районе: дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2003.

Песериди Н.Е. Нерестовые популяции осётра и севрюги р. Урал и мероприятия по их

воспроизводству: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Гурьев, 1967.

Рыбы Каспийского моря (систематика, биология, промысел) / авт.-сост. В.П. Иванов, Г.В. Комарова. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2008.

УДК 597.556.331.1:639.2(262.5)

**ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕРНОМОРСКОЙ СТАВРИДЫ (*TRACHURUS MEDITERRANEUS PONTICUS* ALEEV, 1956) КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА И ОЗ. ДОНУЗЛАВ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

Р.Е. Прищепа, А.Р. Болтачев, Е.П. Карпова, Э.Р. Аблязов, О.Н. Данилюк  
ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»,  
г. Севастополь, Россия  
E-mail: prishchepa.raisa@yandex.ru

Черноморская ставрида (*Trachurus mediterraneus ponticus* ALEEV, 1956) — стайная подвижная пелагическая рыба, имеющая важное хозяйственное значение в Чёрном море наряду с хамсой и шпротом (Фауна Украины, 1982). Этот вид является одним из массовых у всех берегов и играет большую роль для местного промысла. В связи с этим популяции ставриды находится под чрезвычайной антропогенной нагрузкой. Ещё в середине прошлого века крымскими рыбаками вылавливалось около 5,3 тыс. т ставриды в год, но в конце XX в. под действием комплекса негативных факторов (биологическое загрязнение, перелов и др.) уловы ставриды сократились до 1 т. В настоящее время отмечается тенденция к увеличению запасов черноморской ставриды (в 2016 г. крымскими рыбаками выловлено 1,9 тыс. т этого вида) (Болтачев, Карпова, 2017).

Изучению популяционных характеристик черноморской ставриды как важного промыслового объекта Чёрного моря уделяется большое внимание; достаточно полно исследованы популяционные особенности данного вида у берегов Болгарии (Yankova, 2013; Янкова, 2014). Подобные исследования проводились для популяций северо-западной и восточной частей Чёрного моря (Михайлюк, 1995; Еремеева, Полин, 2017). В то же время, изучение популяционных характеристик ставриды у крымских берегов Чёрного моря, где этот вид также подвержен интенсивному промыслу, носит разрозненный характер и касается в основном исследования локальных группировок ставриды в акватории Севастополя (Юрахно, Кузьминова, 2012;

Кузьминова, 2013). Крымское побережье Каркинитского залива и оз. Донузлав не охвачены подобными исследованиями. Оба эти района сходны по биотопическим и гидрохимическим характеристикам (в обоих районах развит биоценоз заиленного песка с зарослями морской растительности; солёность их воды близка и соответствует солёности черноморской воды — 17—18 ‰), а также по составу ихтиофауны. В настоящее время здесь осуществляется чрезвычайно интенсивный промысел травяной креветки, в ходе которого значительное количество черноморской ставриды оказывается в прилове (Черноморская травяная креветка ... , 2017).

Исходя из того, что популяция является единицей промыслового изъятия, популяционный подход является основой использования живых ресурсов, а рациональный промысел должен строиться с учётом популяционной структуры вида, целью настоящей работы является сравнительная оценка популяционных характеристик черноморской ставриды на основе анализа массива данных, полученных у крымского побережья Чёрного моря в 2017 г.

Материалом для работы являются пробы рыб из районов крымского побережья Каркинитского залива и оз. Донузлав (рис. 1). Пробы рыб отбирали в ходе экспедиционных исследований, осуществлённых отделом планктона ФГБУН ИМБИ в конце июня — начале июля 2017 г. В качестве орудия лова использовали креветочный вентерь с ячейкой 6,5—7,5 мм, устанавливаемый в зарослях морской растительности на глубинах не более 1,0—1,5 м. После переборки улова ставриду

подвергали полному биологическому анализу в свежем виде по стандартным методикам (Правдин, 1966) с измерением тотальной (TL) и стандартной (SL) длин с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм, массы (P) — с точностью до 0,01 г, также определяли пол и стадию зрелости половых продуктов. Определение возраста по отолитам производили в лаборатории с помощью стереоскопического микроскопа МБС-10. Всего подвергнуто полному биологическому анализу 132 экз. черноморской ставриды из оз. Донузлав и 107 экз. из Каркинитского залива.

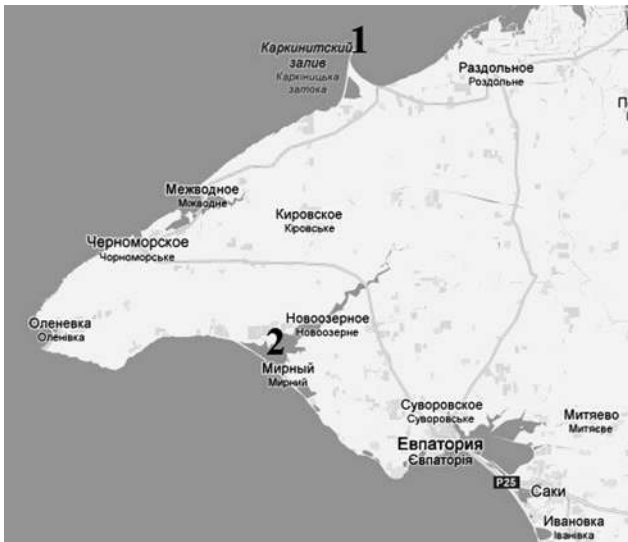


Рис. 1. Карта-схема черноморского побережья Крыма с точками отбора проб:  
1 — Каркинитский залив; 2 — оз. Донузлав

Статистический анализ данных проведён по рекомендациям Г.Ф. Лакина (1990). В виду небольшого объёма выборок, анализ отличий по средним значениям осуществлён с использованием *t*-критерия Фишера при уровне надёжности 0,05.

Выборка ставриды из оз. Донузлав была представлена в основном самками (78 % самок в пробе). Отмечались рыбы возрастных

групп от 1+ до 7+, причём наиболее массово в выборке представлена ставрида возрастов 2+, 3+ и 4+ (17, 27 и 19 % соответственно). По литературным данным (Алеев, 1957) предельный возраст ставриды из северного стада, характерного для крымских берегов, составляет 5 лет. В большом количестве фиксировались производители ставриды на стадиях зрелости половых продуктов VI, VI—III, VI—IV. Сроки нереста не отличались от обычных для этого вида. Массовый нерест крымского стада ставриды по Ю.Г. Алееву (1957) приходится на июль; по другим источникам икра ставриды для западного побережья Крыма отмечалась с мая по август (Павловская, 1950).

В среднем рыбы из этого района имели стандартную длину 123,3 мм (от 84,4 до 198,4 мм), вес — 29,1 (от 8,4 до 105,3 г). Размерно-массовые показатели ставриды представлены в табл. 1. В оз. Донузлав самки в среднем имели большие размеры и массу тела, в то же время у самцов зафиксированы максимальные показатели тотальной и стандартной длин.

В Каркинитском заливе половое соотношение в выборке ставриды составляло примерно 3:1; также как и в оз. Донузлав, преобладали самки — до 70 %. Нами отмечены рыбы возрастом от 1+ до 6+ с преобладанием групп 2+ и 3+ (37 и 34 % соответственно). Рыбы из этого района укладывались в размерный ряд от 93,7 до 182,8 мм (стандартная длина), в среднем 130,1 мм; масса рыб колебалась от 10,4 до 98,8 г (в среднем 32,7 г). В табл. 2 отражены размерно-массовые характеристики ставриды из Каркинитского залива. Самцы в этом районе оказались в среднем крупнее самок и имели большие значения тотальной и стандартной длин, а также массы тела.

Так как ставрида из Каркинитского залива оказалась в среднем несколько крупнее

Таблица 1

Размерно-массовые показатели черноморской ставриды из оз. Донузлав в июне—июле 2017 г.

Признак	Самки (105 экз.)		Самцы (29 экз.)	
	М	min—max	М	min—max
TL, мм	152,3	103,4—230,9	147,5	108,0—240,4
SL, мм	124,2	84,4—193,3	119,6	88,6—198,4
P, г	30,3	8,4—105,3	24,9	9,0—103,3

Таблица 2

Размерно-массовые показатели черноморской ставриды из Каркинитского залива в июле 2017 г.

Признак	Самки (75 экз.)		Самцы (33 экз.)	
	М	min—max	М	min—max
TL, мм	156,6	116,1—200,3	160,4	113,4—221,1
SL, мм	129,4	93,7—166,1	131,7	94,3—182,8
P, г	31,9	11,7—71,6	34,4	10,4—98,8

рыб из оз. Донузлав, можно предположить, что в заливе происходил нерест и нагул производителей, а в озере — откорм молоди ставриды. В то же время, в озере зафиксирована ставрида с максимальными значениями тотальной, стандартной длин и массы тела рыб.

Попарная оценка средних значений размеров и массы черноморской ставриды из оз. Донузлав и Каркинитского залива выявила достоверные различия по всем признакам между самками обоих районов при  $f > 1,35$  и уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Достоверных отличий между самцами ставриды из исследуемых участков не обнаружено.

Графики, отражающие размерно-массовые характеристики ставриды из Каркинитского залива и оз. Донузлав, наглядно демонстрируют, что скорость весового роста данного вида в указанных районах незначительно отличается как в целом при сравнении двух выборок, так и при попарном сравнении самок и самцов (рис. 2). Кривая аллометрического роста у ставриды из Каркинитского залива незначительно отклонена к оси ординат, а коэффициент  $b$  степенного уравнения, которым описывается зависимость между длиной и массой рыб, выше для ставриды из залива. Вероятно, условия нагула в Каркинитском заливе более благоприятны для этого вида и набор массы происходит быстрее.

Гистограммы размерно-частотного распределения (рис. 3) наглядно демонстрируют, что в оз. Донузлав ставрида представлена группами рыб более мелких размеров, чем в Каркинитском заливе. Для самок и самцов из первого района в массе отмечены особи низших размерных классов (от 80 до 100 мм), в то время как ставрида из второго района была представлена двумя группами рыб покрупнее — от 110 до 115 мм и от 130 до 145 мм. Можно предположить, что в оз. Донузлав про-

исходит массовый заход молоди черноморской ставриды на нагул.

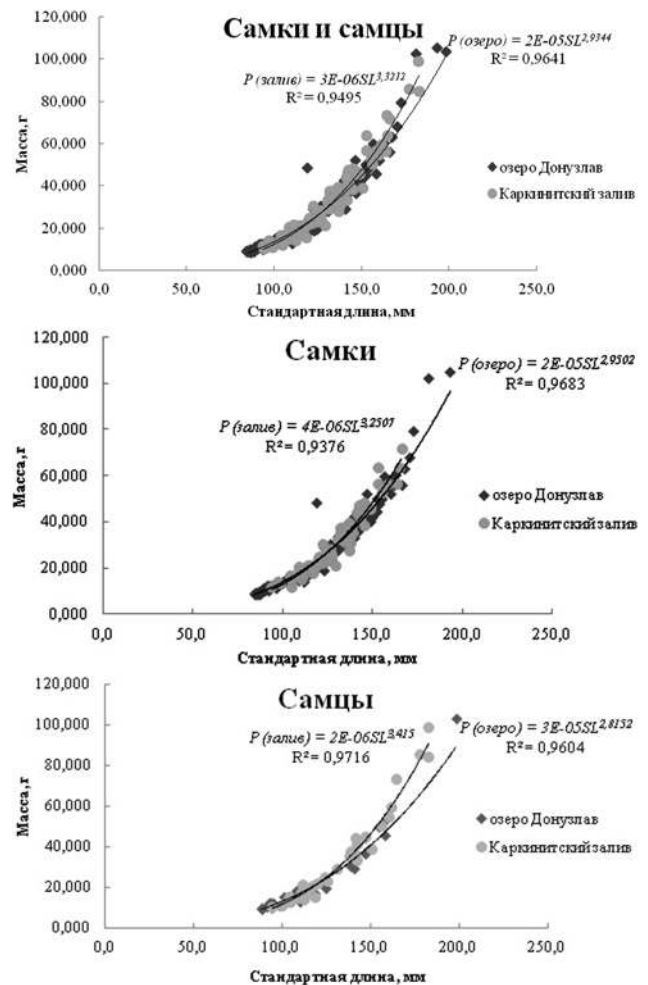


Рис. 2. Зависимость «длина—масса» для черноморской ставриды из оз. Донузлав и Каркинитского залива в июне—июле 2017 г.

Таким образом, очевидно, что оз. Донузлав является важным местом для нагула молоди черноморской ставриды, в то же время, условия Каркинитского залива способствуют более интенсивному набору массы. Учитывая чрезвычайную промысловую нагрузку на исследуемые районы, следует обратить внимание на сохранность благоприятных нагульных мест для черноморской ставриды.

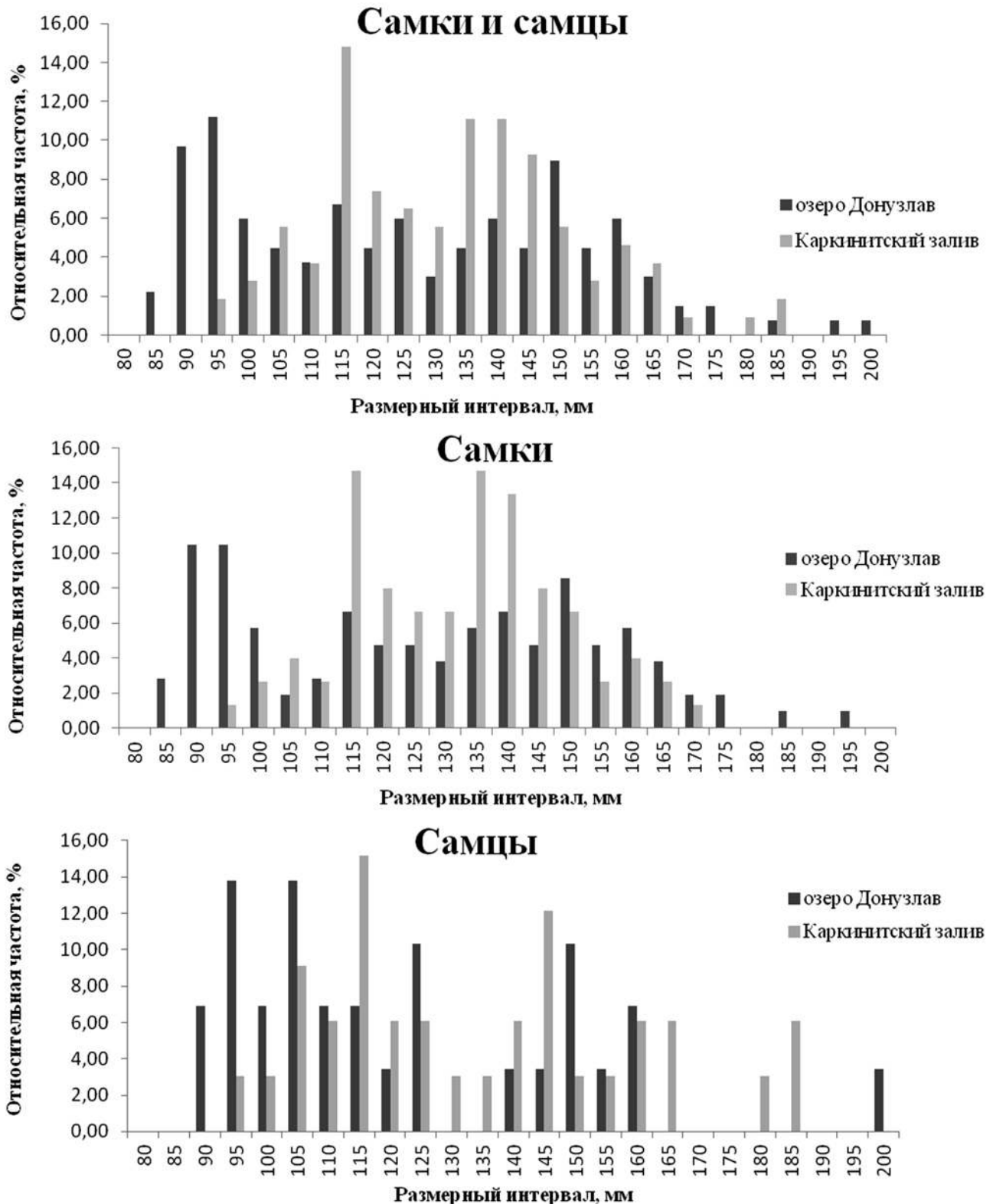


Рис. 3. Размерно-частотная характеристика черноморской ставриды из Каркинитского залива и оз. Донузлав, 2017 г.

Исследование реализовано в рамках выполнения ФГБУН ИМБИ Государственного задания на 2018—2020 гг. по теме «Закономерности формирования и антропо-

генная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ АА-АА-А18-118020890074-2).

### Литература

- Алеев Ю.Г.** Ставриды (*Trachurus*) морей СССР // Труды СБС. 1957. Т. IX. С. 167—242.
- Болтачев А.Р., Карпова Е.П.** Морские рыбы Крымского полуострова. Симферополь: «Бизнес-Информ», 2012.
- Черноморская травяная креветка *Palaemon adspersus* (Decapoda, Palaemonidae): биология, промысел, проблемы / А.Р. Болтачев [и др.] // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18, №3. С. 313—327.
- Еремеева Р.С., Полин А.А.** Сравнительный анализ линейно-массовых показателей черноморской ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus*) двух акваторий восточной части Чёрного моря // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков: материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск. 2017. С. 107—111.
- Кузьминова Н.С.** Популяционные параметры ставриды в различных акваториях Чёрного моря в современный период // Рибогосподарська наука України. 2013. № 3. С. 35—45.
- Лакин Г.Ф.** Биометрия: 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990.
- Михайлюк А.Н.** Выявление пространственной неоднородности морфометрических показателей черноморской ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus* ALEEV // Труды Южно-го научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. 1995. Т. 41. С. 57—61.
- Павловская Р.М.** Размножение промысловых рыб в Каркинитском заливе и в других районах Чёрного моря // Доклады АН СССР. 1950. Т. LXX, № 2. С. 311—313.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных): 4-е изд. М.: Пищ. пром-сть», 1966.
- Фауна Украины: в 40 т. Т. 8. Рыбы. Вып. 4. Окунеобразные: окуневидные, губановидные, драконовидные, собачковидные, песчанковидные, лировидные, скумбриевидные. Киев: Наук. думка, 1982.
- Юрахно В.М., Кузьминова Н.С.** О существовании возможных локальных группировок черноморской ставриды в прибрежье Севастополя // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VII Междунар. конф. 2012. С. 100—103.
- Янкова М.Х.** Състояние на сафрида (*Trachurus mediterraneus ponticus* ALEEV, 1956) пред българския бряг на Черно море през периода 2004—2010 г. // Известия на Съюза на учените. Серия «Морски науки». 2014. С. 9—17.
- Yankova M.** A study on the growth of horse mackerel *Trachurus mediterraneus ponticus* ALEEV, 1956) from Bulgarian waters of the Black Sea using length frequency analysis / J. Black Sea/Mediterranean Environment. 2013. Vol. 19, № 1. P. 111—120.

УДК 574.34

### ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА УЛОВЫ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА

А.А. Романов<sup>1</sup>, Е.Э. Бралиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Волго-Каспийское Территориальное управление Федерального агентства по рыболовству, г. Астрахань, Россия

<sup>2</sup>Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия

E-mail: Bralieveva007@mail.ru

Запасы полупроходных и речных рыб Волго-Каспийского рыбохозяйственного района формируются в период их размножения и нагула молоди на нерестовых площадях дельты р. Волги. Изменение условий и эф-

фективности воспроизводства рыб определяет динамику численности молоди в дельте, а, следовательно, и запасы промысловых рыб в Северном Каспии.

Размножение основных полупроходных



и речных видов (вобла, лещ, сазан) и туводных (краснопёрка, густера, карась, и др.) происходит во временно затопляемых пойменных водоёмах, образующихся в период весеннего половодья в дельте р. Волги и Волго-Ахтубинской пойме.

Численность промысловых видов рыб находится в прямой зависимости от величины нерестовых площадей, а также режима их обводнения. Площадь нерестового фонда в текущем столетии претерпела значительные изменения. В 1930—1940-х гг. она составляла свыше 700 тыс. га и обводнялась в весенне-летний период не зарегулированными полыми водами р. Волги (Отчёт ... , 2002).

Зарегулирование Волги каскадом гидроэлектростанций привело к коренному преобразованию экологической обстановки в Волго-Каспийском регионе. Это произошло в результате значительного перераспределения внутригодового стока, вследствие увеличения зимних попусков воды и уменьшения весенних. Снижение объёмов стока за период половодья привело к сокращению сроков затопления нерестилищ полупроходных рыб, что негативно сказалось на условиях их воспроизводства, вследствие чего уловы полупроходных и речных рыб в Волго-Каспийском районе соответственно сократились в среднем в 2,9 раза (Современные специальные ... , 2009).

За период зарегулирования только в некоторых случаях весенне-летние попуски воды отвечали требованиям рыбного хозяйства, то есть, когда объём стока превышал  $110 \text{ км}^3$ , и продолжительность половодья была не менее 50 сут. Наиболее благоприятные гидрологические условия для размножения промысловых рыб были отмечены в многоводные годы, когда водообеспеченность была  $> 110 \text{ км}^3$ , и продолжительность половодья соответствовала требованиям, это были 1991, 1992, 1994, 1995, 1997—1999, 2001, 2002, 2005 гг., которые наиболее соответствовали потребностям рыб в период их нереста. На общем фоне невысоких попусков воды, особенно следует выделить 1967, 1975, 1977, 1984, 1996 и 2006 гг. ( $< 80 \text{ км}^3$ ), которые характеризовались экстремальной маловодностью и кратковременностью пойменного периода что и стало причиной снижения

эффективности размножения промысловых видов рыб, а также выживаемости их молоди, а следовательно и причиной уменьшения уловов. (Вещев, Гутенева, Муханова, 2012).

Ещё в середине прошлого века уловы полупроходных и речных рыб составляли более 200—250 тыс. т. Однако в дальнейшем, под влиянием негативных факторов, они значительно снизились, и в 2015—2016 гг. составили 43,8 и 42,2 тыс. т соответственно. Уловы наиболее массовых промысловых объектов полупроходных и речных видов рыб (вобла, лещ, сазан, судак) находились на низком уровне. Так, уловы воблы составили в 2015 г. 1,487 тыс. т, а в 2016 г. — 225 тыс. т, леща — 9,380 и 9,022 тыс. т, судака — 0,526 и 0,647 тыс. т, сазана — 1,061 и 1,127 тыс. т соответственно.

Запасы полупроходных и речных рыб формируются в устьевых областях рек, поэтому можно с большой достоверностью утверждать, что уловы этих видов рыб полностью зависят от величины речного стока и размеров опреснённой устьевой зоны дельты Волги, определяющей ареал нагула этих рыб в море (Современное состояние ... , 2015).

Промысловые запасы полупроходных и речных видов рыб в 2015—2016 гг. в основной мере формировались теми поколениями, воспроизводство которых проходило в условиях кратковременного весеннего половодья и низких объёмов стока, вследствие этого промысловые уловы полупроходных рыб, особенно воблы, леща, судака и сазана, находились на низком уровне.

Таким образом, анализ вышеизложенного материала указывает на то, что запасы основных промысловых видов рыб, формировавшиеся под негативным воздействием гидрологического режима и в современный период находятся в напряжённом состоянии.

Сохранение и повышение эффективности воспроизводства полупроходных и речных рыб возможно при выполнении следующих условий оптимизации попусков воды в весенне-летний период:

- объём стока р. Волги за период весеннего половодья должен составлять 120—140  $\text{км}^3$ ;
- начало половодья должно быть при-

урочено к середине третьей декады апреля; - оптимальная продолжительность по-  
- скорость подъёма и спада волны поло- лодовья 80—85 сут., а минимально допусти-  
водья должны быть в пределах 5—7 см/сут. мая — 60 сут.

### Литература

**Вещев П.В., Гутенева Г.И., Муханова Р.С.** Эффективность естественного воспроизводства осетровых в низовьях Волги в современных условиях // Экология. 2012. № 2. С. 123—128.

Отчёт экспертной группы по оценке социально-экономических аспектов: проект PDF в ПРООН/ГЭФ «Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги». Астрахань, 2002.

Современное состояние запасов и видовое разнообразие водных биологических ресурсов Волжско-Каспийского бассейна / Р.П. Ходоревская [и др.] // Современное состояние биоресурсов внутренних водоёмов и пути их рационального использования: материалы докл. Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Татарского отделения ГОСНИОРХ (Казань, 24—29 октября 2016 г.). Казань, 2016. С. 1081—1084.

Современные специальные рыбохозяйственные попуски воды в низовьях Волги, пути их оптимизации и повышения эффективности естественного воспроизводства / Д.Н. Катунин [и др.] // Современное состояние водных ресурсов Нижней Волги и проблемы их управления: материалы науч.-практ. конф. АГУ, КаспНИРХ, АГТУ. Астрахань, 2009. С. 70.

УДК 639.3.043.2:556.55(470.620)

### КОРМОВАЯ БАЗА КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С.В. Сергеев

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

E-mail: iminimal01@yandex.ru

Кормовые ресурсы Краснодарского вдхр. складываются из типично пресноводных форм растений и животных: макрофитов, фитопланктона, зоопланктона, зообентоса.

Многолетние наблюдения за формированием и развитием кормовой базы Краснодарского водохранилища проводились сотрудниками лаборатории лиманов и водохранилищ КрасНИИРХ и обобщены в монографии Г.А. Москула (1994). Широкий диапазон приспособляемости и относительно стабильный уровень их развития на протяжении многих лет существования водохранилища позволяет считать кормовые ресурсы сформированными.

Краснодарское водохранилище характеризуется как водоём с низкой степенью зарастаемости макрофитами.

Основные массивы высшей водной растительности, представленные в основном тростником, наблюдаются в устьях рек, впадающих в водохранилище (Пшиш, Псекупс, Белая, Марта и др.), а также в верховьях водо-

хранилища. Располагаются они узкой полосой вдоль русел. Плотность растений не превышает 40—50 шт./м<sup>2</sup> (Москул, 1994).

Исследования, проведённые в 2011—2012 гг. сотрудниками Краснодарского филиала ФГБНУ «ВНИРО» установили, что плотность растений в 2011 г. не превышала 35—48 шт./м<sup>2</sup>, средний выход зеленой массы доступных для использования растительных кормовых рыб — 1,3 кг/м<sup>2</sup>. В 2012 г. плотность растений не превышала 31—44 шт./м<sup>2</sup>, средний выход зеленой массы доступных для использования растительных кормовых рыб — 1,1 кг/м<sup>2</sup>. Процент зарастания водоёма не превышает 5 % (Материалы для оценки ... , 2011, 2012).

Высшая подводная растительность (рдест пронзённолистный, рдест гребенчатый, гречиха земноводная и др.) практически отсутствует в Краснодарском вдхр. из-за резких колебаний уровня воды (мелководная зона, где начинают развиваться макрофиты, осушается, водоросли гибнут, и здесь развива-

ется луговая растительность).

Согласно исследованиям Краснодарского отделения ФГБНУ «АЗНИИРХ», проведённым в 2017 г. средняя биомасса макрофитов в этих районах не превышала 0,68 кг/м<sup>2</sup>. Падение уровня в водохранилище сократило степень зарастания, которая в летний период составляла 3,5 % общей акватории.

Высшая подводная растительность (рдест пронзённолистный, рдест гребенчатый, гречиха земноводная и др.) в Краснодарском вдхр. в летний период получила хорошее развитие на мелководных участках и устьях рек и занимала около 2,5 % общей площади водоёма (1,0 тыс. га). Плотность растений не превышает 31—44 шт./м<sup>2</sup>, средний выход зелёной массы доступных для использования растительными рыбами макрофитов в 2017 г. — 0,75 кг/м<sup>2</sup> (Проведение исследований распределения ... , 2017).

Фитопланктон Краснодарского вдхр. разнообразен и представлен протококковыми, зелёными, сине-зелёными, диатомовыми и прочими видами водорослей. По численности и биомассе доминируют сине-зелёные и зелёные водоросли.

Максимальное количество видов и биомасса водорослей развивается в мелководных прибрежных хорошо прогреваемых участках водохранилища. С увеличением глубины, а также в бывших руслах рек происходит уменьшение численности и биомассы фитопланктона, видовой состав значительно беднее.

Анализ многолетних исследований позволил установить, что сочетание длительного периода вегетации, мелководности водохранилища, высокой температуры воды способствует интенсивному развитию фитопланктона.

В летний период биомасса фитопланктона достигала максимальных величин 19,7 г/м<sup>3</sup>, средняя многолетняя величина биомассы фитопланктона за период 1978—1991 гг. составляла 14,0 г/м<sup>3</sup> (Москул, 1994). В 2007—2009 гг. среднесезонная биомасса фитопланктона составляла 6,80 г/м<sup>3</sup> (Коваленко, 2015).

Исследования показали, что в 2011 г. среднесезонная биомасса фитопланктона

составляла 3,6 г/м<sup>3</sup> и её максимум отмечен в июле — 6,7—9,1 г/м<sup>3</sup>. С понижением температуры воды интенсивность развития фитопланктона уменьшилась до 0,4 г/м<sup>3</sup> (Материалы для оценки ... , 2011).

Однако, в 2017 г. средняя биомасса фитопланктона составляла 0,37 г/м<sup>3</sup>, максимальные значения биомассы отмечены: весной на станции № 2 — 0,714 г/м<sup>3</sup>, летом на станции № 3 — 0,414 г/м<sup>3</sup> (Проведение исследований распределения ... , 2017).

В фитопланктоне водохранилища наибольшее развитие в количественном отношении получили зелёные водоросли с доминированием *Distyosphaerium granulatum*. По биомассе преобладали эвгленовые, динофитовые и диатомовые водоросли.

Зоопланктон характеризуется постоянством видового состава и представлен, в основном, коловратками, веслоногими и ветвистоусыми рачками и прочими организмами.

Видовой состав зоопланктона включает 46 видов: 15 видов — отряд Copepoda, 16 видов — отряд Cladocera и 15 видов отряд Rotatoria.

Кроме типично планктонных организмов в зоопланктоне в значительных количествах обнаружены личинки хирономид, клопов-корикс, жуков, полихет, олигохет, остракод, которые не перешли ещё на донный образ жизни. Весной по численности и биомассе доминируют ветвистоусые, летом — веслоногие ракообразные. Для сезонной динамики характерно постепенное нарастание зоопланктонных организмов от весны к лету, снижение биомасс наблюдается в осенний период.

За период 1978—1991 гг. среднемноголетний уровень развития зоопланктона в целом по водохранилищу составлял 3,60 г/м<sup>3</sup> с колебаниями 3,12—4,01 г/м<sup>3</sup>.

Существенные изменения в видовом составе и численности отмечены в различных участках водохранилища. На речных участках зоопланктон имеет показатели биомассы — 0,9—1,3 г/м<sup>3</sup>. Преобладают коловратки и ветвистоусые ракообразные (Москул, 1994).

Согласно исследованиям, выполненным ОВППР КрасНИИРХ за период 1999—2001 гг. (Корниенко, 2001) зоопланктон водохранилища в изучавшийся период был

представлен небольшим разнообразием гидробионтов. Из трёх типичных групп: Rotatoria, Copepoda, Cladocera первые были представлены наибольшим количеством видов — 12-ю таксонами. Доминировали: *Keratella quadrata*, *Asplanchna* sp., *Polyarthra vulgaris*, *Brachionus angularis*.

Из ветвистоусых обнаружено 10 видов, из которых с апреля по июнь встречались представители родов *Bosmina*, *Chidorus*, *Zeptodora*, а в июле массовое развитие имели представители родов *Daphnia* и *Diaphanosoma*.

Из веслоногих ракообразных отмечено 7 видов (подотряды Cyclopoidea, Calanoida, семейство Harpacticoidae).

В толще воды находились также личинки хирономид (до 2 тыс. экз./м<sup>3</sup>), личинки Lamellibranchiata (до 17 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и жуков, олигохеты, остракоды, мизиды, водяные ослики.

В развитии зоопланктона резко выражена сезонная периодичность: увеличение биомассы происходит от весны к лету и уменьшение к осени. Весной значительная часть зоопланктона выедается молодью.

Биотопы водохранилища по развитию зоопланктона значительно отличаются между собой. Наиболее богатым является биотоп № 4 — мелководный левобережный участок затопленных русел рек, особенно район р. Марта. Здесь биомасса зоопланктона в конце июня, июле достигает 10,7 г/м<sup>3</sup>, в основном за счёт дафний, диафаназома и лептодокры (86,8 %).

В наиболее глубоком приплотинном участке (биотоп № 3) и биотопе № 1 (район Тшикского вдхр. и его нижнего бьефа) биомасса зоопланктона отличается бедностью и не превышает 1 г/м<sup>3</sup>.

В правобережном мелководном участке биотопа № 2 (район х. Ленина и ст-цы Старокорсунской) биомасса зоопланктона во 2-й половине июля составила 2,53—2,86 г/м<sup>3</sup> (ветвистоусые — 54,8—75,9 % и веслоногие — 23—45 %).

Ход сезонных изменений численности и биомассы зоопланктона в 2011 г. выражался двумя максимумами, приходящимися на май и июль. В составе зоопланктона выделяли три группы организмов: ветвистоусые ракообраз-

ные, веслоногие ракообразные и коловратки. Весной и в начале лета в составе зоопланктона количественно преобладают коловратки разных видов, летом доминируют представители подотряда Cyclopoidea. Определяющим фактором появления пика зоопланктона является смена ротаторно-копеподитного комплекса весной и кладоцерно-копеподитного летом. В 2011 г. среднегодовая биомасса зоопланктона составила 1,55 г/м<sup>3</sup> (Материалы для оценки ... , 2012).

Средняя биомасса зоопланктона в 2017 г. составила 0,673 г/м<sup>3</sup>. В составе зоопланктона количественно доминировали коловратки разных видов (189,2 тыс. экз./м<sup>3</sup>) при биомассе 0,166 г/м<sup>3</sup> (см. таблицу). Основу биомассы составляли кладоцеры — 0,332 г/м<sup>3</sup> (Проведение исследований распределения ... , 2017).

Средняя численность и биомасса зоопланктона в Краснодарском вдхр., 2017 г.

Группа организмов	Численность, тыс. экз.	% в общей численности	Биомасса, г/м <sup>3</sup>	% в общей биомассе
Copepoda	24,3	13,4	0,175	26,0
Cladocera	7,0	2,9	0,332	49,3
Rotatoria	189,2	83,7	0,166	24,7
Всего:	220,5	100,0	0,673	100,0

Зообентос Краснодарского вдхр. менее подвержен изменениям естественной пространственно-временной динамики. В составе зообентоса обнаружено 7 групп организмов и 13 видов донных организмов: олигохеты — 1, личинки хирономид — 5, ручейников — 4, стрекоз — 3. Кормовой бентос представлен личинками хирономид, олигохетами, моллюсками, мизидами и гаммаридами. Основу биомассы составляют личинки хирономид, олигохет, мизиды, гаммариды и моллюски. По численности и биомассе мягкого зообентоса доминируют личинки ручейников, на втором месте — личинки стрекоз, на третьем — личинки хирономид. Средняя величина биомассы зообентоса составила 2,3 г/м<sup>2</sup>.

Наибольшая численность и биомасса донной фауны наблюдается в течение всего вегетационного сезона на мелководных уча-

стках левобережья водохранилища с разреженными кустарниковыми зарослями и прибрежной водной растительностью.

Кормовой бентос в районе проведения работ представлен личинками хирономид, олигохетами, моллюсками, мизидами и гаммаридами. Основу биомассы составляют личинки хирономид, мизиды и гаммариды.

За период 1978—1991 гг. биомасса зообентоса составляла в среднем  $2,93 \text{ г/м}^2$ , с колебаниями от  $2,80$  до  $3,09 \text{ г/м}^2$ . Максимальное содержание бентосных организмов отмечено в прибрежной полосе на глубине  $0,1$ — $0,3 \text{ м}$  —  $4,35$ — $5,43 \text{ г/м}^2$  (Москул, 1994).

За период 1999—2001 гг. зообентос в водохранилище был представлен 7-ю группами из 3-х типов: членистоногие, моллюски и черви (Корниенко, 2001). Наиболее часто встречались личинки хирономид, мизиды, корофииды, гаммариды, моллюски, клопы, личинки жуков. Из них доминировали личинки хирономид, мизиды и корофииды.

Наиболее низкое видовое разнообразие зообентоса отмечено в биотопе № 3 (приплотинная зона) и центральной зоне биотопа № 2. Здесь доминируют личинки хирономид, олигохеты и моллюски. Невелика здесь численность и биомасса кормового бентоса —  $0,42$ — $1,20 \text{ г/м}^2$ . И только с учётом дрейссены она повышается до  $24,4 \text{ г/м}^2$ .

Наибольшая численность и биомасса бентоса в течение всего сезона наблюдалась в мелководной зоне:  $13,1 \text{ г/м}^2$  мизид в августе, в районе р. Марта; в районе р. Псекупс, за счёт развития гаммаруса и корофиума биомасса мизид достигла  $11,7 \text{ г/м}^2$ .

Наблюдаются, как и по зоопланктону сезонные изменения биомассы зообентоса от весны к осени.

В июне биомасса хирономид составила  $0,01 \text{ г/м}^2$ , а в районе р. Марта биомасса мизид составила  $7,2 \text{ г/м}^2$ , а в среднем по водохранилищу —  $1,34 \text{ г/м}^2$ .

К июлю количество личинок хирономид увеличилось, достигнув в районе р. Марта численности  $1170 \text{ экз./м}^2$  и биомассы  $2,89 \text{ г/м}^2$ , а по водоёму (в среднем)  $0,53 \text{ г/м}^2$ .

Во II-й половине июля и в августе численность личинок хирономид резко снизилась из-за активного потребления рыбой, в

том числе стерлядь, (у которой они составляли до 100 % пищевого комка, и из-за наблюдавшегося вылета комаров. Одновременно увеличивается численность мизид, гаммарид, корофиид, биомасса которых составляет от  $1,22 \text{ г/м}^2$  в районе ст-цы Старокорсунской, до  $13,1 \text{ г/м}^2$  — в районе р. Марта.

К осени вновь увеличивается развитие хирономид, составляющих с ракообразными и моллюсками основу кормового бентоса. Сохраняется роль ракообразных в формировании кормового зообентоса в районах рек Марта и Псекупс.

В районе р. Псекупс и Тшикского вдхр. массовое развитие получили моллюски (*Dreissena*).

Степень развития зообентоса в 2011 г. в Краснодарском вдхр. находилась на низком уровне. При среднемноголетней биомассе зообентоса  $0,95 \text{ г/м}^2$ , в 2011 г. биомасса в среднем составляла  $0,6 \text{ г/м}^2$  и колебалась в пределах  $0,11$ — $1,5 \text{ г/м}^2$ . В 2012 г. в водохранилище степень развития зообентоса отмечалась как средняя, биомасса в среднем составляла  $0,8 \text{ г/м}^2$ . Биомасса зообентоса в вегетационный период 2012 г. колебалась в пределах  $0,6$ — $2,0 \text{ г/м}^2$  (Материалы для оценки ..., 2011, 2012)

В 2017 г. в Краснодарском вдхр. биомасса зообентоса составила около  $6,08 \text{ г/м}^2$  за счёт крупных форм дрейссены. Биомасса дрейссены была в среднем около  $4,12 \text{ г/м}^2$ . В отдельных участках водоёма были отмечены скопления дрейссены размером  $0,5$ — $2,3 \text{ см}$ , биомасса которых достигала  $185 \text{ г/м}^2$ . Средняя биомасса мягкого (кормового) зообентоса не превышала  $1,96 \text{ г/м}^2$ .

В составе мягкого бентоса преобладали личинки хирономид различных генераций, причём преобладали крупные формы. Встречались олигохеты и единичные экземпляры личинок насекомых, гаммарид, однако их численность и биомасса были крайне незначительны и на общий уровень развития бентоса влияния не оказывали (Проведение исследований распределения ..., 2017).

В целом, Краснодарское водохранилище относится к водоёмам средней кормности, что создаёт благоприятные предпосылки для роста и нагула рыб (Москул, 2001).

В целом, объём кормовых ресурсов Краснодарского вдхр. способен обеспечить пищевые потребности основных промысловых видов рыб.

По данным, приведённым на официальном сайте ФГБНУ «АзНИИРХ» (<http://azniirkh.ru/novosti/o-rezervah-krasnodarsko>

go-vodohranilishha/), по расчётам специалистов Краснодарского отделения ФГБНУ «АзНИИРХ» в последние годы в Краснодарском вдхр. остаточная годовая продукция водных растений-макрофитов составляет 1,86 тыс. т, фитопланктона — 157 тыс. т, зоопланктона — 6,7 тыс. т, зообентоса — 2,5 тыс. т.

### Литература

**Москул Г.А.** Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. СПб.: ГосНИОРХ, 1994.

**Москул Г.А.** Прогноз вылова промысловых видов рыб в водоёмах Краснодарского края / Фонды КрасНИИРХ. Краснодар, 2001.

Материалы для оценки состояния запасов водных биологических ресурсов, обосновывающие прогнозы общих допустимых уловов (ОДУ) на 2012 г. в Крюковском и Варнавинском водохранилищах (Краснодарский край), Краснодарском и Тахтамукайском водохранилищах (Республика Адыгея) // Отчёт о НИР, ФГУП «ВНИРО». Краснодар, 2011.

Материалы для оценки состояния запасов водных биологических ресурсов, обосновывающие прогнозы общих допустимых уловов (ОДУ) на 2013 г. в Крюковском и Варнавинском водохранилищах (Краснодарский край), Краснодарском и Тахтамукайском водохранилищах (Республика Адыгея) // Отчёт о НИР, ФГУП «ВНИРО». Краснодар, 2012.

Проведение исследований распределения, численности и воспроизводства водных биоресурсов и их кормовой базы во внутренних водных объектах. Оценить состояние, распределение, численность, качество и воспроизводство водных биоресурсов и разработать прогноз изменений указанных параметров под воздействием природных и антропогенных факторов // Отчёт о НИР, Краснодарское отделение ФГБНУ «АзНИИРХ». Краснодар, 2017.

**Коваленко Е.О.** Морфобиологическая характеристика судака (*Sander lucioperca*, L.) и его роль в экосистеме Краснодарского водохранилища: дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2015.

**Корниенко Г.С.** Состояние планктона и бентоса в Краснодарском водохранилище // Проблемы изучения и рационального использования природных ресурсов морей: материалы Междунар. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Казанчева Е.Н. Астрахань, 2001. С. 97—100.

УДК 639.3.03:574.5

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИЁМНОЙ ЁМКОСТИ ЭКОСИСТЕМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЁМОВ ПО ВСЕЛЯЕМОЙ МОЛОДИ РЫБ

С.В. Сергеев

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

E-mail: iminimal01@yandex.ru

Приёмная ёмкость водоёма — возможность экосистемы водоёма обеспечить виду-вселенцу выживание и формирование самовоспроизводящейся популяции (или выживание особей на отдельных этапах развития), а также промысловую её численность и достаточную величину ареала. Приёмная ёмкость водоёма определяется объёмом биотопа с благоприятными для вселяемого вида фи-

зико-химической средой, резервами корма, а также структурой и уровнем организации сообщества.

Зарыбление рыбохозяйственных водоёмов молодь, находящейся на разных этапах развития, является основой пастбищной аквакультуры.

До начала XXI в. считалось возможным и целесообразным зарыбление ры-

бохозяйственных водоёмов прежде всего личинками рыб как с позиции короткого технологического цикла выращивания посадочного материала, так и обеспечения массового заселения водоёмов молодью.

Имеющийся биологический и экономический эффект от зарыбления личинками растительноядных рыб водоёмов юга России, определяется прежде всего тем, что объёмы выпускаемых личинок составляют миллиарды штук. Поздние сроки созревания растительноядных рыб, определяющие время выпуска личинок в водоёмы, благоприятная температура воды и естественная мутность (цветность) её способствуют снижению прессы хищничества на них.

Для рыб, нерестующих осенью, зимой и ранней весной (сиговые, налим, щука) показана возможность достижения биологического и экономического эффекта в случае выпуска в водоёмы личинок. Но выпуск личинок следует проводить в те периоды, когда их выживаемость обеспечивается абиотическими факторами.

Для большинства же весенне- и летне-нерестующих рыб, являющихся объектами пастбищной аквакультуры, предполагается отказ от использования для зарыбления водоёмов личинок тех рыб, нерест которых проходит при температуре воды выше 15 °С. Для таких видов рыб показано зарыбление водоёмов мальками, сеголетками и даже более возрастными рыбами (Современные проблемы ... , 2017).

Определяя возможную мощность производств по выращиванию посадочного материала рыб, алгоритм технологического процесса, необходимо правильно установить приёмную ёмкость экосистемы рыбохозяйственного водоёма в отношении зарыбляемой молоди ценных видов рыб и ожидаемую величину промыслового возврата.

Оценку возможности экосистемы водоёма принять то количество молоди, которое будет обеспечено абиотическими и биотическими условиями, что позволит получить промысловый возврат в количестве, обеспечивающим ожидаемый биологический и эконо-

мический эффект предлагается проводить по методике, предложенной О.А. Лейс и И.Н. Задоненко (1973) для понто-каспийских ракообразных, вселяемых в водоёмы юга России (Хрусталева, 2009).

В разработанной авторами формуле (1) учтены основные абиотические факторы (солёность и температура воды), лимитирующие раскрытие у гидробионтов биологической потенции, а также биотические, отражающие кормовую ёмкость экосистемы и промысловую продуктивность водоёмов:

$$\frac{(S - S_{\min}) \times (T - T_{\min})}{S_{\min} \times T_{\min}} \times \frac{1}{\left(1 + \frac{B}{B_{cp}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{1cp}}\right)}, \quad (1)$$

где  $S$  — максимальная солёность воды, ‰;  $S_{\min}$  — минимальная солёность воды, ‰;  $T$  — максимальная температура воды, °С;  $T_{\min}$  — минимальная температура воды в течение вегетационного сезона, °С;  $B$  — среднегодовая биомасса кормовых объектов за предшествующий вселению гидробионта период (5—10 лет), кг/га;  $B_{cp}$  — среднегодовая биомасса кормовых объектов за длительный период (20—30 лет и более), кг/га;  $B_1$  — промысловая продуктивность по объекту за предшествующий вселению гидробионта период (5—10 лет), кг/га;  $B_{1cp}$  — промысловая продуктивность по объекту за длительный период (20—30 лет и более), кг/га.

Установив величину приёмной ёмкости экосистемы во вселяемой молоди, можно рассчитать плотность посадки её в водоём по формуле (2):

$$P = 10,86 \times C^{-0,73}, \quad (2)$$

где  $P$  — плотность посадки молоди, экз./га;  $C$  — приёмная ёмкость; 10,86 — коэффициент.

С учётом отмеченного, проведённый расчёт приёмной ёмкости экосистемы Куршского залива (Хрусталева, 2009; Современные проблемы ... , 2017) по вселяемой молоди угля выглядит следующим образом (3):

$$\frac{(0,5 - 0,1)}{0,1} \times \frac{(25,0 - 11,07)}{11,07} = 0,27, \quad (3)$$

$$\left(1 + \frac{0,0145}{0,0015}\right) \times \left(1 + \frac{1,67}{0,083}\right)$$

где  $S$  — максимальная солёность воды, 5 ‰;  $S_{\min}$  — минимальная солёность в южной и центральной областях, 0,1 ‰;  $T$  — максимальная температура воды в заливе, 25 °С;  $T_{\min}$  — минимальная температура воды в течение вегетационного сезона — в период зарыбления, 11,07 °С;  $B$  — средняя многолетняя биомасса зообентоса, 0,0145 кг/га;  $B_{cp}$  — среднегодовая биомасса кормовых организмов, составляющих основу рациона старших возрастных групп, 0,0015 кг/га;  $B_1$  — максимальная промысловая рыбопродуктивность угря, 1,67 кг/га;  $B_{1cp}$  — среднегодовая промысловая рыбопродуктивность угря, квотируемая по ОДУ за последние пять лет, 0,083 кг/га.

Через величину приёмной ёмкости можно найти плотность посадки молоди угря в Куршский залив:

$$P = 10,86 \times C^{-0,73} = 28 \text{ экз./га.}$$

При площади российской части залива 120 тыс. га общая потребность в молоди угря массой 3—5 г составит 3 350 тыс. экз.

Вышеприведённый расчёт учитывает следующие факторы, лимитирующие рост и развитие вселяемой молоди рыб: солёность и температуру воды водоёма, биомассу кормовых организмов и промысловую рыбопродуктивность водоёма по вселяемому виду рыб.

В результате адаптации формулы к специфическим требованиям каждого вида рыб возможно её применение для расчёта приёмной ёмкости и плотности посадки молоди рыб в зависимости от лимитирующих факторов абиотической среды таких, как солёность, растворенный кислород, сокращения площадей нерестилищ и нагула (Современные проблемы ..., 2017).

Оперируя адаптированными формулами с учётом фактической ситуации по основным и лимитирующим абиотическим факторам, кормовой ёмкости, промысловой рыбопродуктивности, для каждого исследуе-

мого водоёма можно рассчитать приёмную ёмкость экосистемы и плотность посадки молоди, ориентированную на достижение определённого промыслового возврата (Современные проблемы ..., 2017).

При разработке «Биологического обоснования акклиматизации шипа (*Acipenser nudiiventris* LOVETSKY, 1828) в бассейне р. Кубань», разработанного Центром сохранения генофонда осетровых рыб ГБУ КК «Кубаньбиоресурсы» под руководством д-ра биол. наук, профессора М.С. Чебанова расчёт возможного вселения молоди акклиматизируемого шипа проводился по наличию остаточной биомассы кормовых организмов по формуле (4):

$$E = \frac{P \times K_3}{R \times F}, \quad (4)$$

где  $E$  — количество вселяемой молоди стандартной навески;  $P$  — суточная продукция кормовой базы на площади расселения акклиматизируемого вида, за исключением кормовых потребностей аборигенных видов;  $K_3$  — показатель предельно возможного использования кормовой базы молодью;  $R$  — суточный рацион вселяемой молоди в долях от массы тела;  $T$  — масса 1 экз.;  $F$  — повышающий коэффициент, учитывающий выживаемость.

В соответствии с рекомендациями ФГБНУ «АзНИИРХ» по формированию плана мероприятий по искусственному воспроизводству на 2017—2019 гг., остаточная ежесуточная продукция мягкого кормового зообентоса, пригодного для потребления молодью осетровых, которую можно изъять без ущерба для экосистемы, на площади, пригодной для расселения шипа, составляет 4,49 т. Показатель предельно возможного использования кормовой базы рыбой ( $K_3$ ) принят 0,8; суточный рацион молоди для разных групп от 20 % (при массе 1,5 г) до 7 % (при массе более 30 г) от массы тела; коэффициент  $F$  — 1,3.

Таким образом, количество выпускаемой молоди осетровых стандартной навески (1,5 г) может составить:

$$4,49 \times 0,8 / 0,2 / 1,5 \times 1,3 = 15,56 \text{ млн экз.}$$



Расчёты объёмов вселения и вылова белого толстолобика в водоём-охладитель ЗАЭС, приведённые в работе А.В. Охрименко и Н.И. Вовк (2013) и базирующиеся на показателях развития его естественной кормовой базы проведены по формуле (5):

$$P_F = \frac{a_F \times \frac{P}{B} \times S \times H \times 0,5}{K_F \times 1000}, \quad (5)$$

где  $P_F$  — потенциальная рыбопродуктивность по фитопланктону (кг/га);  $a_F$  — средняя многолетняя для данного сезона (сезонов, года) величина общей биомассы кормовых фитопланктонных организмов, мг/дм<sup>3</sup>;  $P/B$  — коэффициент для перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (производственный коэффициент);  $S$  — площадь 1 га водоёма, м<sup>2</sup>;  $H$  — средняя глубина продукционного слоя, м; 0,5 — коэффициент использования продукции фитопланктона;  $K_F$  — кормовой коэффициент фитопланктона, 1000 — пересчёт граммов в килограммы.

Потенциальную рыбопродуктивность по белому толстолобику с учётом детрита рассчитывали по формуле (6):

$$P = P_F \times 1,5 \text{ (кг/га)}, \quad (6)$$

где  $P$  — общая потенциальная рыбопродуктивность водоёма по белому толстолобику,  $P_F$  — потенциальная рыбопродуктивность по фитопланктону (кг/га).

Половина этой величины принимается как промышленная рыбопродуктивность водоёма (или квота вылова белого толстолобика), другая — его переходный остаток в водоёме (7):

$$P_p = 0,5 \times P \text{ (кг/га)}, \quad (7)$$

где  $P_p$  — промышленная рыбопродуктивность по белому толстолобику,  $P$  — общая потенциальная рыбопродуктивность водоёма по белому толстолобику.

Расчёт количества рыб, которых можно изъять с площади 1 га водоёма проводили по следующей формуле (8):

$$K_p = \frac{P_p}{m} \text{ (экз./га)}, \quad (8)$$

где  $K_p$  — количество белого толстолобика, которую можно выловить на площади 1 га,  $P_p$  — промышленная рыбопродуктивность по белому толстолобику,  $m$  — средняя масса 1 экз. товарной рыбы.

С целью определения плотности посадки двухлеток белого толстолобика на 1 га водоёма-охладителя ЗАЭС было увеличено значение  $K_p$  с учётом коэффициента промышленного возврата (9):

$$P_t = \frac{K_p}{\lambda} \text{ (экз./га)}, \quad (9)$$

где  $P_t$  — плотность зарыбления водоёма двухлетками толстолобика (на 1 га),  $K_p$  — количество белого толстолобика, которую можно выловить на площади 1 га,  $\lambda$  — коэффициент промышленного возврата рыб от двухлеток.

Таким образом, количество рыбопосадочного материала белого толстолобика, необходимое для зарыбления водоёма составит (10):

$$N = P_t \times S \text{ (экз.)}, \quad (10)$$

где  $N$  — количество рыбопосадочного материала белого толстолобика,  $P_t$  — плотность зарыбления водоёма двухлетками толстолобика (на 1 га),  $S$  — площадь водоёма (га).

Краснодарское водохранилище активно осваивается промыслом. Общая рыбопродуктивность Краснодарского вдхр. при интенсивном ведении промысла может составить порядка 19 кг/га. Проектная рыбопродуктивность — 26,6 кг/га за весь период эксплуатации водохранилища не была достигнута. Фактическая рыбопродуктивность за период 1978—1991 гг. в среднем составила — 10,83 кг/га (Москул, 1994).

Промысловые уловы в Краснодарском вдхр. обеспечивают в основном растительноядные рыбы. Промысловые запасы растительноядных видов рыб (белого амура, белого и пёстрого толстолобиков и их гибридов) полностью зависят от количества молоди, выпускаемой в водохранилище.



$$\frac{(25-12) \times (100-90)}{\frac{12}{\left(1+\frac{0,714}{0,044}\right)} \times \frac{90}{\left(1+\frac{4}{8,4}\right)}} = 0,004.$$

Плотность посадки молоди белого толстолобика в Краснодарское вдхр. составляет:

$$P = 10,86 \times 0,004^{-0,73} = 611 \text{ экз./га.}$$

Тогда количество молоди для зарыбления Краснодарского вдхр. составит:

$$611 \text{ экз./га} \times 36800 \text{ га} = 22\,484 \text{ тыс. экз.}$$

### При использовании формулы (5)

для определения объёмов вселения и вылова белого толстолобика в Краснодарское вдхр., потенциальная рыбопродуктивность водохранилища по фитопланктону составила:

$$P_f = (0,37 \text{ мг/дм}^3 \times 200 \times 10\,000 \text{ м}^2 \times 5,85 \text{ м} \times 0,5) : (20 \times 100) = 1\,082 \text{ кг/га.}$$

Потенциальная рыбопродуктивность по белому толстолобику с учётом детрита составляет:

$$P = 1\,082 \text{ кг/га} \times 1,3 = 1\,407 \text{ кг/га.}$$

Половина этой величины принимается как промышленная рыбопродуктивность водоёма (или объём вылова белого толстолобика), другая — его переходный остаток в водоёме.

Промышленная рыбопродуктивность

по белому толстолобику:

$$P_p = 0,5 \times 1\,407 \text{ кг/га} = 703,5 \text{ кг/га.}$$

Количество рыб, которых можно изъять с площади 1 га водоёма при средней массе 1 экз. товарной рыбы 4 кг:

$$K_p = 703,5 : 4,0 = 176 \text{ экз./га.}$$

Для определения плотности посадки белого толстолобика на 1 га был учтён коэффициент промышленного возврата от молоди белого толстолобика, навеской 20—25 г. составляющий 2,5 %. Плотность зарыбления водоёма сеголетками толстолобика:

$$P_t = 176 : 0,25 = 704 \text{ экз./га.}$$

Количество рыбопосадочного материала белого толстолобика, необходимое для зарыбления водоёма составит:

$$N = 704 \text{ экз./га} \times 36\,800 \text{ га} = 25\,707 \text{ тыс. экз.}$$

Таким образом, для оценки приёмной ёмкости Краснодарского вдхр., и расчёта плотности зарыбления молодью белого толстолобика применение формулы (4), учитывающей температурный режим и формулы (5), учитывающей спектр питания белого толстолобика (фитопланктон и детрит) и ежегодный вылов приводит к удовлетворительной сходимости результатов расчёта. Рассчитанная величина плотности зарыбления молодью белого толстолобика, навеской 20—25 г. составляет 611—704 тыс. экз./га.

### Литература

Лейс О.А., Задоев Е.С. Приёмная ёмкость экосистем для понто-каспийских ракообразных и расчёт плотности их посадки // Рыбное хозяйство. 1973. № 6. С. 27—29.

Москул Г.А. Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. СПб.: ГосНИОРХ, 1994.

О резервах Краснодарского водохранилища // azniir.kh.ru. URL: <http://azniir.kh.ru/novosti/o-rezervah-krasnodarskogo-vodohranilishha/> (дата обращения: 05.05.2018).

Охрименко А.В., Вовк Н.И. Биологическое обоснование интродукции белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix* (Val.)) в водоём-охладитель Запорожской АЭС с целью его биомелиорации // Молодой учёный. 2013. №7 (54). С. 127—129.

Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры / Е.И. Хрусталева [и др.]: учебник. СПб.: Лань, 2017.

**Хрусталеv Е.Н.** Рациональные решения проблемы восстановления промысловых популяций угря в рыбохозяйственных водоёмах Калининградской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11, № 1 (2). С. 174—178.

УДК 574.5:597.556.331.5:502.1

## СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РУЛЕНА *CRENILABRUS TINCA* LINNAEUS В АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Ю.А. Силкин, В.Е. Василец, Е.Н. Силкина, В.Н. Черняева, Т.Н. Петрова

ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского — природный заповедник РАН»,  
г. Феодосия, Россия

E-mail: ysilkin@mail.ru

Экологическая оценка качества водных объектов является одним из ключевых этапов разработки программ использования водоёмов и мероприятий по их охране. В последнее время в практику мониторинга водной среды внедряются методы биоиндикации и биотестирования (Биоиндикация ... , 2011). Гидробионты, в частности рыбы, очень чувствительны к изменяющимся факторам среды и являются важным звеном мониторинга морской среды. Представители семейства Labridae, являясь постоянным компонентом прибрежных ихтиоценозов, играют существенную роль в круговороте веществ в экосистеме Чёрного моря (2.7. Популяционные ... , 2016). Рыбы этого вида не совершают длительных миграций, обитают в прибрежной зоне, широко распространены в морской акватории, круглогодично находятся на данной территории.

Изучение морфофизиологических изменений у рыб в процессе индивидуального развития от условий среды обитания, имеет важное значение для мониторинга водоёма. Недавно, А.П. Рыжков с соавторами (Рыжков, Дзюбук, Кучко, 2013) показали, что метод морфофизиологических индикаторов позволяет выявить ранние стадии процессов, происходящих в организме. В связи с вышеизложенным, целью исследования стало изучение морфофизиологических параметров рулены *Crenilabrus tinca* LINNAEUS в прибрежных водах Карадагского заповедника в нерестовом и после нерестовом периодах.

### Материал и методы

Материалом исследования служила морская рыба рулена *Crenilabrus tinca* LINNAEUS, которая относится к роду *Crenilabrus*. Рулену

отлавливали в прибрежной акватории Карадагского заповедника, где она в наименьшей степени подвержена антропогенному воздействию (Трощенко, Ковригина, 2016). Рыбу отлавливали с помощью удочки и придонных ловушек с мая по сентябрь. Рулен подвергали биологическому анализу. По данным проведённых измерений рассчитывали индексы по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Шварц, Смирнов, Добринский, 1968). Определение веса органов производилось на весах ВЛКТ-500М с погрешностью 0,1 г. Сердце взвешивали на торсионных весах ВТ-100 (ошибка — 0,01г.). Индексы органов рассчитывали по формуле (1):

$$X = \frac{W_0 \times 100}{W}, \quad (1)$$

где  $X$  — индекс органа;  $W_0$  — масса органа, г;  $W$  — масса рыбы без внутренностей, г. Результаты выражены в процентах.

Индекс упитанности рассчитывали по Кларк (Правдин, 1966) согласно формуле (2):

$$Q = \frac{w \times 100}{L^3}, \quad (2)$$

где  $Q$  — индекс упитанности;  $w$  — вес рыбы без внутренностей;  $L$  — общая длина тела;

Все результаты обработаны статистически и представлены в виде формулы (Рокицкий, 1961).

### Результаты и обсуждение

С точки зрения интенсивности метаболизма период, с мая по сентябрь, у рулены является самым интенсивным (нерестовый и после нерестовый). Нерест зеленушки проис-

ходит с мая по июнь, после нерестовый период — с июля по сентябрь. В эти периоды в уловах попадалось самцов на 30 % больше, чем самок. Размеры и масса рыб приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Размерно-массовый состав *Crenilabrus tinca*

Пол	Длина (min—max), см	Общая масса рыбы (min—max), г
Самки	14,0—20,2	34,8—162,2
Самцы	13,4—29,0	40,8—298,0

Примечание — число рыб подвергнутых анализу равнялось 13—19 шт. для каждого показателя

Согласно табл. 1 чётко прослеживается половой диморфизм: линейные размеры самок рулен меньше и вес у них на 20 % ниже, чем у самцов. Ранее К.А. Виноградов и К.С. Ткачева (1949) отмечали подобные размеры зеленушек ( $L = 15—28$  см,  $Q = 50—225$  г) в районе Карадага. Наши данные, полученные более 60 лет тому назад совпадают с выше изложенными, и свидетельствуют о стабильно благоприятных условиях существования этого вида в районе акватории заповедника.

Для оценки физиологического состояния рулены использовали следующие морфофизиологические показатели: индексы сердца, печени, жабр и упитанности. Динамика индексов в исследованные периоды приведена отдельно для самок и самцов в табл. 2.

По нашим данным у самок индекс печени почти вдвое выше, чем у самцов, как в период нереста, так и после него. Также заметно изменение величины индекса печени в исследуемые периоды.

В после нерестовом периоде масса печени существенно уменьшается как у самок (на 56 %), так и у самцов (на 52 %) в сравнении с после нерестовым периодом.

Изменение веса печени, как видно, отражает интенсивность метаболических процессов в организме рыб. Усиленное расходование жировых запасов печени приводит к большому снижению её веса (Шварц, Смирнов, Добринский, 1968). Печень рыб, обладая чрезвычайно широким функционально-метаболическим профилем, выполняет основную нагрузку в экстремальных условиях. Запасы жира в печени быстро расходуются и медленно восстанавливаются, по изменению её веса можно судить о напряжённости обменного баланса (Божко, 1969). Существенное уменьшение индекса печени в после нерестовом периоде, как у самок, так и у самцов свидетельствует, видимо, как об интенсивных тратах питательных веществ в процессе нереста, так и о продолжающемся воздействии внутренних и внешних неблагоприятных факторах.

В нерестовом периоде очень сильно меняется характер питания. Многие морские рыбы в этот период питаются мало или не питаются совсем (Астахова, 1983). Это естественно отражается на величине массы тела рыб. Нами показано, что упитанность у самок в исследуемые периоды почти не изменяется, у самцов индекс упитанности наоборот, уменьшается на 25 %. Подобные изменения у рулен было показано А.Н. Смирновым (1959). Заметное уменьшение массы тела у самцов видимо, связано с особенностями их поведенческих реакций: после икротетания сам-

Таблица 2  
Динамика морфофизиологических показателей *Crenilabrus tinca*

Показатель	Самки		Самцы	
	Нерестовый период (май-июнь)	После нерестовый период (июль-сентябрь)	Нерестовый период (май-июнь)	После нерестовый период (июль-сентябрь)
Индекс печени	2,64 ± 0,30*	1,48 ± 0,20*	1,45 ± 0,20*	0,76 ± 0,09*
Индекс сердца	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01
Индекс жабр	1,66 ± 0,10	1,6 ± 0,10	1,68 ± 0,10	2,1 ± 0,20
Индекс упитанности по Кларк	1,26 ± 0,10	1,3 ± 0,10	1,4 ± 0,10*	1,07 ± 0,06*

Примечание — число рыб, подвергнутых анализу, равнялось 13—19 шт. для каждого показателя; \* — достоверность различий на уровне  $P < 0,005$

ки сразу начинают активно питаться и масса тела их поддерживается (Световидов, 1964). У самца физиология несколько иная, как только самка отложит икру, самец остаётся её охранять и более длительное время находится без пищи, из-за чего индекс упитанности его тела несколько снижается.

По величине индекса сердца, можно судить о двигательной активности рыб. Сердечно-соматический индекс у рулен существенно меньше, чем у других более активных черноморских рыб (Астахова, 1983). У самок и самцов рулен величина индекса сердца почти одинакова и в исследуемые периоды не изменяется. Зеленушки не отличаются высокой двигательной активностью. Основная часть двигательной активности этих рыб состоит в поисках пищи, мест нереста в локальных водорослевых зарослях. Заметная тенденция к увеличению индекса сердца у самок, возможно, свидетельствует о большей интенсивности движения их в период после нереста.

Жабры играют важную роль в организме рыб. Частота дыхательных движений зависит от многих факторов, но самые основные это: температура воды и содержание в ней кислорода. В летний период при повышении температуры воды количество растворенного кислорода в ней уменьшается (Трощенко, Ковригина, 2016). Это приводит к учащению

ритма дыхания, гипервентиляции жабр для повышения потребления рыбами кислорода, что создаёт дополнительную нагрузку на орган и видимо, в результате этого увеличивается его относительная масса (Лукьяненко, 1983). Согласно нашим данным индекс жабр у самцов в состоянии после нереста увеличивается на 25 %, а у самок он не изменяется. Скорее всего, это связано с образом жизни самцов, которые после оплодотворения икры охраняют кладку до выклева мальков. В период охраны потомства и создания благоприятных условий для развития икры, скорее всего организм самцов испытывает гипоксическое состояние, что и приводит к увеличению массы жабр. Самки же после нереста в поисках пищи могут отходить в другие, не гипоксические районы моря, из-за чего индекс жабр у них не изменяется.

На основании проведённых данных можно заключить, что морфофизиологические показатели печени обоих полов и индекс упитанности у самцов рулены достоверно изменяются в нерестовом и посленерестовом периодах. Это позволяет судить о физиологическом состоянии организма данного вида рыб в процессе годового жизненного цикла, что необходимо учитывать при оценке степени воздействия других абиотических и биотических факторов среды.

### Литература

2.7. Популяционные и морфологические параметры зеленушки из прибрежной зоны Севастополя / Н.С. Кузьмина [и др.] // Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / ФГБУН Ин-т морских биологических исслед. им. А.О. Ковалевского РАН, Российский фонд фундаментальных исследований. М.: ГЕОС, 2016. С. 104—124.

**Анисимова И.М., Лавровский В.В.** Ихтиология. Общая ихтиология. Некоторые абиотические факторы и их влияние на рыб. М.: Высш. шк., 1983.

**Астахова Л.П.** Зависимость индекса сердца и мозга черноморских рыб от их естественной подвижности // Журн. эвол. биох. и физиол. 1983. Т. 19, № 6. С. 594—596.

Биоиндикация экологического состояния морских акваторий с помощью биомаркеров рыб / И.И. Руднева [и др.] // Водные ресурсы. 2011. Т. 38, № 1. С. 92—97.

**Божко А.М.** Печень как морфофизиологический индикатор условий обитания рыб // Уч. зап. Ленинград. гос. пед. ин-та им. А.И. Герцена. 1969. Т. 422. С. 38—46.

**Виноградов К.А., Ткачева К.С.** О плодовитости прибрежных рыб Чёрного моря // ДАН СССР. 1949. Т. LXV, № 3. С. 381—384.

**Лукьяненко В.И.** Общая ихтиотоксикология. М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1983.

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищепромиздат, 1966.

- Рокицкий П.Ф.** Основы вариационной статистики для биологов. Минск: Бел. гос. ун-тет, 1961.
- Рыжков А.П., Дзюбук И.М., Кучко Т.Ю.** Ихтиологические исследования на водоёмах. Петрозаводск, 2013.
- Световидов А.Н.** Рыбы Чёрного моря. М.: Наука, 1964.
- Смирнов А.Н.** Материалы по биологии рыб Чёрного моря в районе Карадага // Труды Карадагской биологической станции. 1959. Вып. 15. С. 31—110.
- Трощенко О.А., Ковригина Н.П.** Особенности распределения гидролого-гидрохимических показателей в прибрежной зоне Карадагского природного заповедника и Коктебельской бухте в тёплый период 2005—2014 годов // Заповедники Крыма — 2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление: тез. VIII Междунар. науч.-практ. конф. Симферополь, 2016. С. 169—171.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н.** Метод морфологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск, 1968.

УДК 574.5

## ФИТОПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ РЕК ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Ю.В. Сирота, А.В. Каширин

*Краснодарское отделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» (ФГБНУ «АзНИИРХ»), г. Краснодар, Россия*  
E-mail: sirotajlya@mail.ru

Черноморское побережье Северо-Западного Кавказа почти лишено низменных пространств. Обычно невысокие хребты подходят к самому берегу моря. Долины рек глубоко врезаются в склоны, создавая резко расчленённый рельеф. Поперечное положение занимают долины главных рек, а продольное — их протоки и верховья.

Реки Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа отличаются большими уклонами и часто имеют вид горных ручьёв. Отличаются высокими паводками от дождей и тающих снегов в холодное время года и устойчиво низкими уровнями с мая по октябрь. Среднегодовая температура воздуха в северо-западной части Черноморского Кавказа — 13—14 °С. Среднегодовое количество осадков минимальное на всём Черноморском побережье Северо-Западного Кавказа и составляет 452 мм.

Район исследований располагается в северо-западной части Черноморского Кавказа. Работы проводили с целью изучения состава, структуры, функциональных характеристик и выявления доминирующих таксономических групп организмов фитопланктона. Обобщены

результаты наблюдений по 8 водотокам.

В ходе проведения работ определяли глубину и ширину водотока, слагающие грунты, скорость течения, также описывалась прилегающая местность и растительность.

По наиболее распространённой в гидрографии классификации, в которой основным количественным критерием принята длина водотока, реки исследуемого района относятся к очень малым (длина 10—15 км) и малым рекам (длина 26—100 км). Отличаются высокими паводками от дождей и тающих снегов в холодное время года и устойчиво низкими уровнями с мая по октябрь.

Реки неглубокие: от 0,2 до 0,5 м в верхнем течении, от 1 до 2 м в среднем и нижнем. Берега большинства рек имеют высоту 1—2 м, преимущественно пологие, реже крутые и обрывистые. Течение воды наблюдается, в основном, лишь в период весеннего половодья (скорость его не превышает 0,5 м/с), в остальное же время года оно едва заметно.

**Река Псебепс** берёт своё начало на северных склонах Кавказского хребта на высоте 511 м в его западной пониженной части у г. Вышка и впадает в Варнавинский сбросной

канал, по которому вода далее сбрасывается в р. Кубань.

Протяжённость реки 37 км. Площадь водосбора 137 км<sup>2</sup>. Средний уклон реки 16 ‰, средняя высота бассейна 506 м.

Бассейн р. Псебепс граничит с востока с бассейном р. Гостагайка, с запада — с бассейном р. Кудако.

Местность, прилегающая к реке, — крупнохолмистая. Грунты — суглинистые, хрящеватые. Растительность представлена широколиственными деревьями, кустарниками и разнотравьем.

Русло реки извилистое, во многих местах перегорожено упавшими деревьями, что разделяет её на отдельные участки: мелководные — глубиной 10—15 см с видимым течением и более глубоководные заводи — глубиной 50—100 см.

Ширина водотока — 2—5 м. Донные отложения представлены песком, гравием и галькой, в омутах покрыты слоем ила и наносов толщиной до 20 см.

В весенний период альгоценоз р. Псебепс был представлен 19 видами из 4 таксономических отделов: синезелёные, зелёные, эвгленовые, динофитовые. Общая биомасса была 0,053 г/м<sup>3</sup>, общая численность — 679,0 млн кл./м<sup>3</sup>, при этом интенсивную вегетацию показали синезелёные водоросли, составляя 89,1 % по численности и 75,5 % по биомассе. Доминирующие виды — *Lyngbya limnetica* и *Anabaenopsis raciborskii*.

Фитопланктон р. Псебепс в летний период был представлен 27 видами из 5 таксономических отделов: синезелёные, зелёные, эвгленовые, диатомовые и разножгутиковые. Общая биомасса составила 0,173 г/м<sup>3</sup>, общая численность — 246,67 млн кл./м<sup>3</sup>. Интенсивно вегетировали диатомовые водоросли, составляя 45,6 % по численности и 53,8 % по биомассе. Доминирующие виды — *Nitzschia acicularis*, *Merismopedia tenuissima*, *Dinobryon divergens*. Уровень развития фитопланктона можно охарактеризовать как низкий.

**Река Верхняя Синапка** является притоком р. Псебепс. Длина водотока 12 км.

Местность, прилегающая к точке отбора проб, — крупнохолмистая. Грунты — суглинистые, хрящеватые. Растительность пред-

ставлена широколиственными деревьями, кустарниками и разнотравьем.

Русло реки сильноизвилистое, во многих местах перегорожено упавшими деревьями. Ширина русла около 2 м, глубина — 0,1—0,7 м. Донные отложения представлены глиной, гравием и растительными остатками.

В весенний период, когда проводились исследования, русло р. Верхняя Синапка было пересохшим.

В летний период в составе альгоценоза было обнаружено всего 9 видов из одного таксономического отдела — диатомовые водоросли с доминированием видов *Surirella ovata* и *Gomphonema olivaceum*. Общая биомасса составила 0,062 г/м<sup>3</sup>, общая численность — 39,83 млн кл./м<sup>3</sup>. Уровень развития фитопланктона низкий.

**Река Шумайка** является правым притоком р. Гостагайка. Протяжённость реки 14 км.

Питается талыми и дождевыми водами. В летнее время местами пересыхает. По водному режиму река относится к рекам средиземноморского климата. Летняя межень прерывается паводками.

Гидрохимический состав воды сформирован под влиянием естественных гидрохимических факторов, поверхностного стока с площадей водосбора. Качество воды в реке квалифицируются как «умеренно загрязнённая». Среднегодовой расход воды составляет 0,20 м<sup>3</sup>/с.

Местность, прилегающая к точке отбора проб, — крупнохолмистая. Грунты — суглинистые, хрящеватые. Растительность представлена широколиственными деревьями, кустарниками и разнотравьем.

Русло реки извилистое, во многих местах перегорожено упавшими деревьями. В летний период наблюдается несколько небольших рукавов шириной 0,7—1,5 м, глубиной — 0,1—0,5 м. Донные отложения представлены глиной, гравием и растительными остатками.

В весенний период, когда проводились гидробиологические исследования, русло р. Шумайка было пересохшим.

В летний период альгоценоз был представлен 18 видами из 4 таксономических отделов: синезелёные, зелёные, эвгленовые,



разножгутиковые. Общая биомасса составила  $0,093 \text{ г/м}^3$ , общая численность —  $97,6 \text{ млн кл./м}^3$ . Интенсивно вегетировали диатомовые водоросли, составляя  $44,3 \%$  по численности и  $59,1 \%$  по биомассе, с доминированием *Surirella ovata*. Уровень развития фитопланктона достаточно низкий.

**Река Гостагайка** относится к бассейну Чёрного моря, берёт начало в горах и впадает в Витязевский лиман, протяжённость  $12 \text{ км}$ .

Площадь водосбора составляет  $106 \text{ км}^2$ , при средневзвешенной высоте водосбора  $160 \text{ м}$ . Среднегодовой расход воды составляет  $0,30 \text{ м}^3/\text{с}$ , при годовом объёме стока  $9,58 \text{ млн м}^3$ . Средняя продолжительность паводка —  $8 \text{ сут.}$  (подъём —  $2 \text{ сут.}$ , спад —  $6 \text{ сут.}$ ). Средний годовой расход наносов  $0,41 \text{ кг/с}$ , при годовом стоке наносов —  $13 \text{ тыс. т}$ . Летняя межень прерывается паводками. Грунт каменисто-галечный, минерализация —  $940 \text{ мг/л}$ , жёсткость воды — от  $0,5$  до  $11,2 \text{ мг-экв./л}$ .

Местность, прилегающая к реке в точке отбора проб — холмистая, грунты — суглинистые и хрящеватые. Растительность представлена широколиственными деревьями, кустарниками и разнотравьем.

Русло реки извилистое, во многих местах перегорожено упавшими деревьями, что разделяет её на отдельные участки: мелководные — глубиной  $5\text{—}10 \text{ см}$  с видимым течением и более глубоководные заводи — глубиной  $50\text{—}70 \text{ см}$ . Ширина водотока —  $0,7\text{—}2,0 \text{ м}$ .

Донные отложения представлены песком, гравием и галькой, в омутах покрыты слоем ила и наносов толщиной до  $20 \text{ см}$ . Правый берег — крутой, подмываемый, высотой до  $3 \text{ м}$ , левый — более пологий.

В весенний период в составе альгоценоза было определено  $16$  видов из  $4$  таксономических отделов: синезелёные, зелёные, эвгленовые, диатомовые. Общая биомасса составляла  $0,14 \text{ г/м}^3$ , общая численность —  $322 \text{ млн кл./м}^3$ . Интенсивно вегетировали синезелёные и зелёные водоросли, составляя  $46,6$  и  $43,4 \%$  от общей численности соответственно. Биомассу формировали синезелёные водоросли (*Lyngbya limnetica*, *Anabaenopsis sraciborskii*), составившие  $73,5 \%$  от общей биомассы. У зелёных водорослей доминировала *Crucigenia tetrapedia*.

В летний период состав альгоценоза представлен  $19$  видами из  $3$  таксономических отделов: зелёные, эвгленовые, диатомовые. Общая биомасса составила  $0,115 \text{ г/м}^3$ , общая численность —  $46,4 \text{ млн кл./м}^3$ . Интенсивно вегетировали диатомовые и зелёные водоросли, составляя  $51,7$  и  $31,1 \%$  от общей численности соответственно. Биомассу формировали диатомовые водоросли, составившие  $60,9 \%$  от общей биомассы. Доминирующие виды *Surirella ovata* и *Navicula vulpine*. Уровень развития фитопланктона низкий.

**Река Котлама** впадает в Чёрное море в районе г. Анапа. Длина водотока —  $25 \text{ км}$ . Водосборная площадь —  $270 \text{ км}^2$ . Средний уклон реки —  $16 \text{ ‰}$ .

Местность, прилегающая к реке в точке отбора проб, — пологая. Грунты — суглинистые, хрящеватые. Растительность представлена отдельно растущими деревьями, кустарниками и разнотравьем.

Русло реки по форме поперечного профиля — корытообразное. Берега умеренно крутые, поросшие деревьями и мягкой растительностью (тростник). Ширина —  $0,7\text{—}1,5 \text{ м}$ , глубина —  $0,5\text{—}0,7 \text{ м}$ . Донные отложения представлены песком, галькой, твёрдым илом и растительными остатками.

В составе альгоценоза в весенний период было обнаружено  $15$  видов из  $4$  таксономических отделов: синезелёные, зелёные, эвгленовые, диатомовые. Общая биомасса составляла  $0,044 \text{ г/м}^3$ , общая численность —  $296 \text{ млн кл./м}^3$ . Максимальное развитие получили синезелёные водоросли, которые составляли  $67,6 \%$  от общей численности. Биомассу определяли диатомовые (*Mastogloias mithii*) и синезелёные водоросли (*Lyngbya limnetica*), составлявшие  $47,7$  и  $31,8 \%$  от общей биомассы соответственно.

В летний период резко возросло количество видов за счёт появления новых видов в группе зелёных водорослей. Видовой состав был представлен  $32$  видами из  $6$  таксономических отделов: синезелёные, зелёные, эвгленовые, динофитовые, диатомовые, разножгутиковые. Общая биомасса составила  $0,442 \text{ г/м}^3$ , общая численность —  $342,9 \text{ млн кл./м}^3$ . Интенсивно вегетировали зелёные водоросли, составляя  $71,4 \%$  от общей численности. Биомассу

формировали диатомовые и эвгленовые водоросли, составившие 33,5 и 37,1 % от общей биомассы соответственно. Доминирующие виды — *Kirchneriella contorta*, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*. Уровень развития фитопланктона низкий.

**Река Маскага** является левобережным притоком в р. Котлама. Истоки находятся на высотах около 300 м, восточнее ст-цы Равеской. Протяжённость реки — 19 км. Местность, прилегающая к реке в точке отбора проб, — пологая, грунты — суглинистые, хрящеватые. Растительность представлена отдельно растущими деревьями, кустарниками и разнотравьем.

Русло реки по форме поперечного профиля — корытообразное, берега — умеренно крутые. Средняя ширина — 2,5—5,0 м, глубина — 0,3—0,4 м. Донные отложения представлены песком, глиной и растительными остатками.

Весной фитопланктон был представлен 21 видом из 5 таксономических групп: синезелёные, зелёные, эвгленовые, диатомовые, разножгутиковые. Общая биомасса составляла 0,039 г/м<sup>3</sup>, общая численность — 360 млн кл./м<sup>3</sup>. Интенсивно вегетировали синезелёные водоросли, которые по численности и биомассе составляли 51,3 % от общих значений.

В летний период альгофлора представлена 37 видами из 5 таксономических отделов: синезелёные, зелёные, эвгленовые, диатомовые, разножгутиковые. Общая биомасса составила 0,532 г/м<sup>3</sup>, общая численность — 749,07 млн кл./м<sup>3</sup>. Интенсивно развивались зелёные и синезелёные водоросли, составляя 47,5 и 31,9 % от общей численности и 40,2 и 31,8 % от общей биомассы соответственно. В альгоценозе доминировали *Gomphosphaeria aponina*, *Merismopedia tenuissima*, *Scenedesmus quadricauda*, *Crucigenia irregularis*.

Уровень развития фитопланктона в весенний и летний периоды можно характеризовать как низкий.

**Река Бердычка** является притоком р. Катлама. Протяжённость водотока — 14 км.

Местность, прилегающая к реке, — пологая, грунты — суглинистые, хрящеватые. Растительность представлена отдельно рас-

тущими деревьями, кустарниками и разнотравьем.

Небольшой постоянный водоток равнинного типа. Русло реки по форме поперечного профиля — корытообразное, берега — умеренно крутые. Ширина русла составляет 5—7 м, самого водотока — 0,5—2,5 м, глубина — 0,2—0,4 м.

Донные отложения представлены песком, галькой, илом и растительными остатками.

В весенний период развитие фитопланктона было слабое и представлено 9 видами из 3 таксономических групп: зелёные, эвгленовые, диатомовые. Общая биомасса не превышала 0,014 г/м<sup>3</sup>, однако за счёт мелких форм синезелёных водорослей (78,3 %) общая численность была значительная — 230 млн кл./м<sup>3</sup>. Основу биомассы также составляли синезелёные водоросли (64,3 %).

В летний период видовой состав фитопланктона увеличился до 13 видов, которые относились к зелёным, эвгленовым и диатомовым водорослям. Общая биомасса увеличилась почти в 5 раз и составила 0,068 г/м<sup>3</sup>, при резком снижении общей численности до 34,4 млн кл./м<sup>3</sup>. Снижение численности произошло за счёт крупных форм эвгленовых водорослей, которые составляли 63,2 % от общей биомассы, и уменьшения численности зелёных и диатомовых водорослей. Уровень развития фитопланктона низкий.

**Река Капитановая** — левобережный приток р. Котлама. Местность, прилегающая к реке, — пологая, грунты — суглинистые, хрящеватые. Растительность представлена отдельно растущими деревьями, кустарниками и разнотравьем.

Небольшой временный водоток равнинного типа. Русло реки по форме поперечного профиля — корытообразное, слабо выраженное. Ширина русла — 0,5—1,0 м, глубина — 0,1—0,3 м.

Донные отложения представлены глиной, гравием, песком и растительными остатками.

В весенний период, когда проводились исследования, русло р. Капитановая было пересохшим.

Фитопланктон в летний период пред-

ставлен 14 видами из 5 таксономических отделов: синезелёные, зелёные, эвгленовые, динофитовые, диатомовые. Общая биомасса составила 0,109 г/м<sup>3</sup>, общая численность — 27,2 млн кл./м<sup>3</sup>. В альгоценозе преобладали диатомовые и зелёные водоросли, составляя 47,1 и 32,4 % от общей численности соответственно. Биомассу определяли динофитовые и эвгленовые водоросли, составлявшие 36,0 и 32,6 % от общей биомассы соответственно. Уровень развития фитопланктона низкий.

Таким образом, фитопланктон исследованных рек представлен 6 таксономическими отделами: синезелёные, зелёные, эвгленовые, диатомовые, динофитовые и разножгутиковые. Основу видового состава в каждом водотоке составляли зелёные, синезелёные и диатомовые водоросли. Максимальное флористическое разнообразие отмечено в реках

Псебепс и Котлама, а также в её притоке Маскага и связано с наличием русловых прудов, в которых происходит интенсивное развитие фитопланктона в летний период, с последующим его выносом в коренные русла рек. Увеличение видового разнообразия произошло за счёт зелёных, динофитовых и разножгутиковых водорослей.

Для всех водотоков отмечена чёткая закономерность в структуре фитопланктонного сообщества. Так в реках с выраженным течением преобладали представители отдела диатомовых водорослей, а с замедленным током воды — зелёные водоросли.

Во всех водотоках по численности доминировали зелёные и диатомовые водоросли, однако основу биомассы составляли диатомовые и эвгленовые.

УДК 597.556.331.1:[577.1+591.134](262.5)

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ОСОБЕННОСТЕЙ РОСТА МОРСКОГО ЕРША *SCORPAENA PORCUS L.* ИЗ АКВАТОРИЙ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

Е.Н. Скуратовская, Д.Н. Куцун, И.И. Чеснокова, Ю.В. Самотой

*Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН,  
г. Севастополь, Россия*

E-mail: skuratovskaya2007@rambler.ru

Прибрежные морские акватории занимают особое место в системе Мирового океана благодаря исключительной роли, связанной с хозяйственной и рекреационной деятельностью. Интенсивная эксплуатация человеком водных ресурсов неизбежно приводит к загрязнению морской среды (Вейдемман, Черкашин, Щеглов, 2001). Прибрежные экосистемы Чёрного моря подвержены усиленному антропогенному воздействию. В них попадают сточные воды, сливы с сельскохозяйственных угодий и морского транспорта. Хроническое загрязнение акваторий в результате сброса вод, содержащих отходы производства и коммунального хозяйства, приводит к аккумуляции токсических веществ в донных отложениях и в живых организмах (Экотоксикологические исследования ... , 2016).

Гидробионты интегрируют неблагоприятные эффекты комплекса различных воздействий, имеют достаточно большие размеры и продолжительность жизни, обладают ре-

зистентностью к сублетальным воздействиям разнообразных веществ и поэтому могут быть использованы для прогноза различного рода воздействий на водные экосистемы и здоровье человека. Анализ состояния рыб на разных уровнях их биологической организации представляет важное звено мониторинга морской среды. В условиях интенсивного загрязнения степень устойчивости организма рыб определяется способностью эффективно метаболизировать и выводить поступающие в организм токсиканты. Патологические изменения в их организме позволяют определить степень токсичности водной среды, оценить кумулятивные эффекты, а также сформировать представление о потенциальной опасности группы веществ, поступающих в водоём, и для человека (Биологические методы ... , 2010; Оценка состояния ... , 2014; Adams, Brown, Geode, 2005). В то же время исследование состояния популяций рыб, обитающих в акваториях с разной степенью загрязнения, даёт

возможность выявить механизмы воздействия различных поллютантов на конкретные звенья метаболизма, определить основную стратегию и особенности структурно-функциональных изменений в организме при адаптации к условиям антропогенно-трансформированных морских экосистем (Эко-токсикологические исследования ... , 2016).

Цель работы — провести сравнительный анализ некоторых биохимических параметров и особенностей роста морского ерша *Scorpaena porcus* L. из акваторий г. Севастополя с разным уровнем загрязнения.

### Материал и методы

В качестве объекта исследований был выбран морской ёрш — биомониторный вид, типичный представитель прибрежной донной ихтиофауны Чёрного моря. Рыб отлавливали в двух бухтах (Казачья, Стрелецкая) г. Севастополя с разным уровнем загрязнения в летний период 2015—2017 гг.

Стрелецкая бух. подвержена усиленному антропогенному воздействию. Содержание токсичных веществ, в том числе нефтяных углеводородов, ртути, ПХБ, в грунтах акватории значительно выше, чем в бух. Казачьей. Казачья расположена в 15 км от центра города и является одной из наиболее чистых в системе севастопольских бухт (Малахова, Малахова, 2009; Костова, Плотичина, 2011; Хлороорганические ксенобиотики ... , 2017). Таким образом, уровень загрязнения исследуемых акваторий существенно различается, что особенно выражено для придонных слоёв воды, где обитает морской ёрш.

Для сравнительного анализа отбирали 2—6-летних особей. Материалом для биохимических исследований служила печень рыб. В экстрактах печени, полученных путём гомогенизации и центрифугирования, определяли активность антиоксидантных ферментов — супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы (КАТ), концентрацию альбумина и содержание ТБК-реактивных продуктов методами, описанными ранее (Chapter 5, 2016). Статистический анализ биохимических параметров осуществляли с применением t-критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при  $p \leq 0,05$ .

При описании линейного и весового

роста использовали уравнения Бергаланфи (Мина, Клевезаль, 1976), рассчитывали индекс роста для линейных и весовых показателей (Pauly, Moreau, Prein, 1988). Во всех расчётах использовалась стандартная длина (SL) и масса тела без внутренностей. Объём исследованного материала из бух. Стрелецкой составил 217 экз., из бух. Казачьей — 252 экз.

### Результаты и обсуждение

В результате исследований обнаружены различия биохимических параметров ершей из двух бухт. Содержание ТБК-реактивных продуктов и альбумина в печени рыб всех возрастных групп из более загрязнённой Стрелецкой бух. превышало соответствующие значения особей из бух. Казачьей (за исключением уровня ТБК-реактивных продуктов у 4-летних экземпляров) (рис. 1—2).

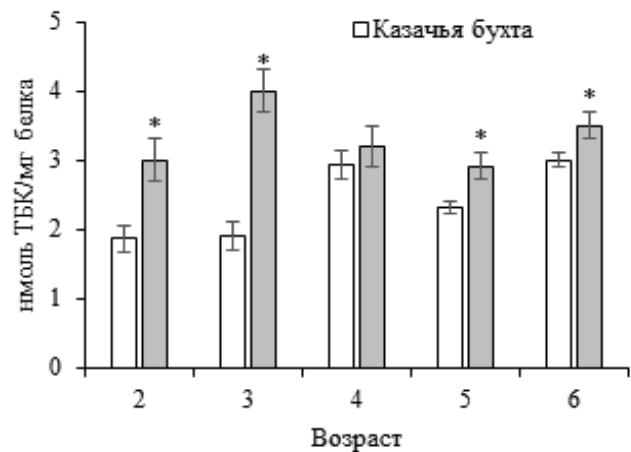


Рис. 1. Содержание ТБК-реактивных продуктов в печени морского ерша из двух бухт (\* — различия достоверны по сравнению со значениями рыб из бух. Казачьей)

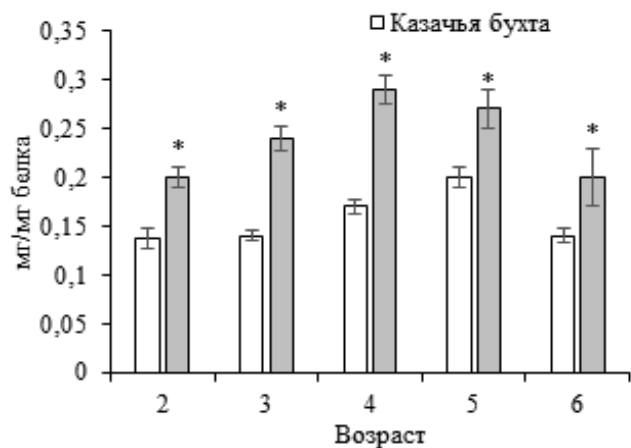


Рис. 2. Содержание альбумина в печени морского ерша из двух бухт (\* — различия достоверны по сравнению со значениями рыб из бух. Казачьей)

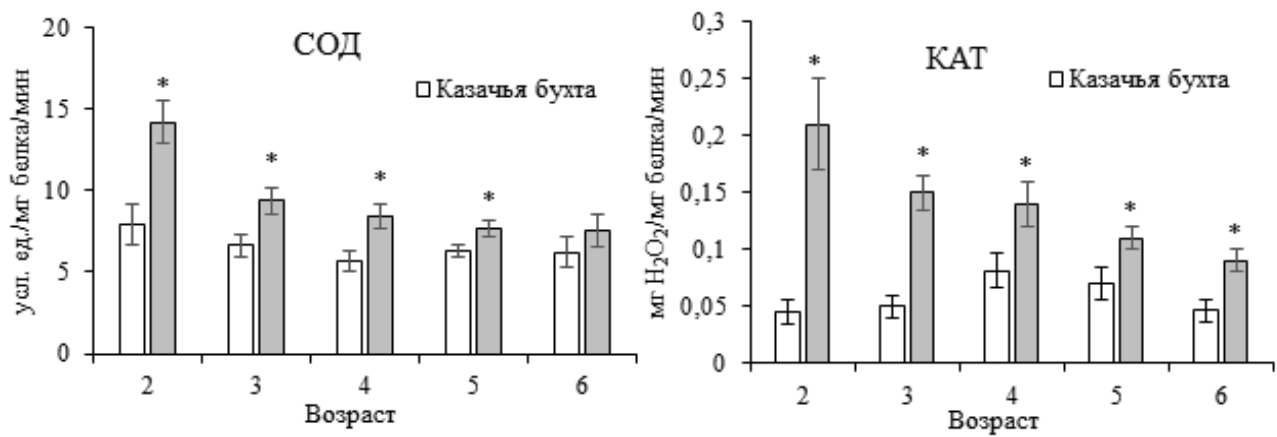


Рис. 3. Активность антиоксидантных ферментов (СОД и КАТ) в печени морского ерша из двух бухт (\* — различия достоверны по сравнению со значениями рыб из бух. Казачьей)

Активность СОД и КАТ в тканях рыб из бух. Стрелецкой была выше, чем у особей из бух. Казачьей. Отсутствие достоверных различий отмечено только для СОД у 6-летних экземпляров (рис. 3).

Биохимические параметры рассматриваются как наиболее чувствительные суборганизмальные биомаркеры нарушений в организме. Изучение биохимических показателей позволяет выявлять изменения в обмене веществ, наступающие, как правило, до появления физиологических, морфологических и других отклонений от нормы, что даёт возможность выявить границы адаптационных способностей и на этой основе делать выводы о степени устойчивости и чувствительности видов (Биологические методы ... , 2010; Оценка состояния ... , 2014).

Обнаруженное в наших исследованиях повышение содержания ТБК-реактивных

продуктов в печени рыб из более загрязнённой акватории указывает на усиление свободнорадикальных процессов и перекисного окисления липидов в результате поступления в организм ксенобиотиков. В то же время высокие значения активности СОД и КАТ, концентрации альбумина в печени рыб из бух. Стрелецкой, по сравнению с особями из бух. Казачьей, могут свидетельствовать об активации защитных систем и развитии адаптивной ответной реакции морского ерша на загрязнение.

В результате сравнительного анализа особенностей группового роста морского ерша из Стрелецкой и Казачьей бухт существенных различий не установлено. В исследуемых районах кривые роста, построенные на основе эмпирических данных, обнаруживают значительное сходство (рис. 4). Большая часть различий в средних значениях длины в

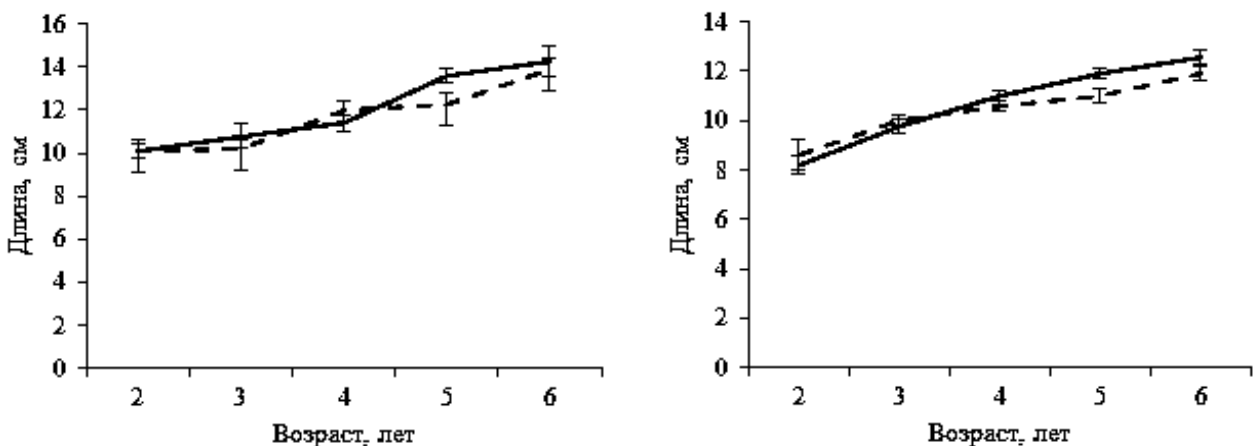


Рис. 4. Кривые роста (эмпирические данные) морского ерша из Стрелецкой (сплошная линия) и Казачьей (пунктирная линия) бухт:

а — самки; б — самцы

## Значения коэффициентов уравнения Бергаланфи и индексов роста

Район	Пол	$L_{\infty}$	$K$	$W_{\infty}$	$\varphi$	$\varphi'$
Стрелецкая бух.	Самки	23,1	0,08	427	1,63	0,66
	Самцы	14,7	0,27	110	1,77	0,79
Казачья бух.	Самки	22,1	0,12	349	1,78	0,79
	Самцы	12	0,33	75	1,68	0,77

Примечание —  $L_{\infty}$  — асимптотическая длина;  $K$  — константа скорости роста;  $W_{\infty}$  — асимптотическая масса;  $\varphi$  — индекс линейного роста,  $\varphi'$  — индекс весового роста

возрастных группах находится в рамках стандартной ошибки.

При моделировании роста были получены схожие результаты (см. таблицу). Из приведённых в таблице коэффициентов уравнений Бергаланфи и индексов роста для линейных размеров ( $\varphi$ ) и массы ( $\varphi'$ ) следует, что вероятные отличия в росте незначительны. Тем не менее, согласно коэффициенту  $K$ , морской ёрш из Казачьей бух. растёт несколько быстрее. Согласно принятой модели, самки из Казачьей бух. в среднем достигают 90 % предельной длины (20 см) в возрасте 16—17 лет, что на 2 года раньше, чем в бух. Стрелецкой; самцы из бух. Казачьей — в возрасте 5—6 лет (11 см), что на 1 год раньше, чем в бух. Стрелецкой. При этом следует отметить,

что индексы роста  $\varphi$  и  $\varphi'$  выше у самцов из бух. Стрелецкой за счёт больших значений асимптотической (предельной) длины и массы.

Таким образом, результаты работы показали, что загрязнение морской среды вызывает изменения биохимических параметров печени рыб. В то же время отсутствие различий по характеристикам группового роста особей из двух акваторий, возможно, свидетельствует о высоких адаптационных способностях и устойчивости морского ерша к неблагоприятным условиям обитания в результате перестройки биохимических процессов. Однако для подтверждения данного предположения необходимы дальнейшие исследования.

## Литература

Биологические методы оценки качества вод: часть 1. Биоиндикация / Т.И. Моисеенко [и др.] // Вестник ТГУ. 2010. № 7. С. 20—40.

Вейдман Е.А., Черкашин С.А., Щеглов В.В. Диагностика состояния прибрежных акваторий: некоторые проблемы и результаты // Известия ТНИРЦ. 2001. Т. 128. С. 1036—1049.

Костова С.К., Плотицына О.В. Хемозекологические исследования ртути вдоль черноморского побережья Крыма // Хімічна освіта в контексті хімічної безпеки: стан проблеми і перспективи: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2011. С. 64—66.

Малахова Л.В., Малахова Т.В. Стойкие органические загрязнители в прибрежных районах и бухтах Севастополя (Чёрное море) // Экологические проблемы больших и малых городов и промышленных зон: материалы V Междунар. конф. (Санкт-Петербург, 7—9 июля 2009 г.). СПб., 2009. С. 120—121.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М.: Наука, 1976.

Оценка состояния водных организмов по биохимическому статусу / Н.Н. Немова [и др.] // Труды КарНЦ. 2014. № 5. С. 18—29.

Хлорорганические ксенобиотики в органах морского ерша *Scorpaena roscus* из северо-восточных бухт с различным уровнем загрязнения / Л.В. Малахова [и др.] // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: Материалы IV Всерос. конф. по водн. экотоксикол. (Борок, 14—17 сентября 2017 г.). Ярославль: Флигель, 2017. С. 67—70.

Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / под ред. И.И. Рудневой. М.: ГЕОС, 2016.

Adams S.M., Brown A.M., Geode R.W. A Quantitative health assessment index for rapid evaluation of fish condition in the field // Trans. Amer. Fish Soc. 1996. Vol. 22. P. 63—73.

Chapter 5. / I.I. Rudneva [et al.] // Biomarker response of Black Sea Scorpion Fish *Scorpaena porcus* to Anthropogenic Impact Advances in Marine Biology. Nova Science Publishers, 2016. Vol. 1. P. 119—145.

**Pauly D., Moreau J., Prein M.** A comparison of overall growth performance of tilapia in open waters and aquaculture // The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture / R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean (eds.). ICLARM Conf. Proc. 15. 1988. P. 469—479.

УДК 639.2/3

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
НА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ  
НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ С РАСЧЁТОМ УЩЕРБА СОГЛАСНО  
МЕТОДИКЕ ИСЧИСЛЕНИЯ РАЗМЕРА ВРЕДА, ПРИЧИНЁННОГО  
ВОДНЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ**

Е.Э. Сони́на, Е.А. Зо́това, С.Н. Мака́ров, Л.В. Гу́зеева, А.С. Пу́довкина  
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Саратов, Россия  
E-mail: eesonina@rambler.ru

«Методика исчисления размера вреда, причинённого водным биологическим ресурсам» (далее — Методика) была утверждена Приказом Федерального агентства по рыболовству № 1166 от 25.11.2011 г. В настоящее время она является одним из основных нормативных документов, согласно которым оценивается ущерб водным биоресурсам (ВБР) и среде их обитания как от планируемой хозяйственной и иной деятельности, так и в результате нарушения природоохранного законодательства. Методика содержит ряд принципиальных отличий от ранее действовавшей в подходах к определению зон и времени негативного воздействия, включает новые расчётные формулы, коэффициенты, предлагает другие подходы к разработке восстановительных мероприятий. Учитывая значительную антропогенную нагрузку на водные объекты Поволжья, многообразие негативных воздействий, сложно переоценить роль их адекватной оценки, корректного расчёта непредотвращаемого ущерба ВБР, разработки компенсационных мероприятий.

В настоящей работе приводится анализ результатов работ по исчислению размеров вреда водным биоресурсам от планируемой хозяйственной деятельности по Методике за период её действия (2012—2017 гг.) в водных объектах Нижнего Поволжья в зоне ответственности Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ». Проекты затрагивали водные

объекты на территории 5 областей (Самарской, Ульяновской, Саратовской, Волгоградской, Оренбургской) и относились к Нижней Волге: бассейнам Саратовского и Волгоградского вдхр.

Всего за почти шестилетний период действия Методики (март 2012 — декабрь 2017 гг.) Саратовским отделением ФГБНУ «ГосНИОРХ» была проведена оценка воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания более 650 проектов планируемой хозяйственной и иной деятельности и определено, что при реализации более 420 из них будет нанесён вред, подлежащий компенсации, т.е. расчётная величина ущерба в натуральном выражении превышала 10 кг.

Суммарная исчисленная величина вреда составила около 790 т рыбной продукции, из них около 30 % относится к бассейну Волгоградского вдхр., около 70 % — к Саратовскому вдхр. и его притокам, в том числе 1,1 % — к водным объектам Волжского бассейна на территории Оренбургской области (р. Сок, р. Самара с Сорочинским вдхр., их притоки).

Величины рассчитанного ущерба ВБР и среде их обитания по различным категориям работ в Волгоградском и Саратовском водохранилищах приведена в табл. 1.

Как видно из табл. 1, более половины проектов планируемой хозяйственной деятельности относятся к сфере добычи и транспорта углеводородов (обустройство скважин,

Таблица 1

Доля рассчитанного вреда ВБР по видам хозяйственной деятельности в бассейнах нижне-волжских водохранилищ

Вид деятельности	Саратовское вдхр.		Волгоградское вдхр.	
	Количество проектов, % от общего	Доля, % от общей величины ущерба	Количество проектов, % от общего	Доля, % от общей величины ущерба
Добыча, транспорт углеводородов	58,9	42,9	50,8	53,8
Русловая добыча НСМ	7,9	10,9	18,3	26,7
Дноуглубительные работы	2	2,5	7,5	6,8
Водозаборы	3,3	14,8	3,3	6,7
Ремонт и строительство автодорог, водопропускных сооружений	4	14,9	7,5	3
Берегоукрепление	13,6	7,6	7,5	1,8
Ремонт и строительство ГТС	1,7	0,6	1,7	0,1
Жилая застройка	2,3	0,4	2,5	1,1
Сброс сточных вод	2,3	1,9	0	0
Строительство ВЛ, линий связи	4	3,5	0,8	0
Всего:	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

ремонт, расширение и строительство линейных и площадных объектов, реконструкция подводных переходов и т.д.), они же нанесут наиболее значительный вред ВБР и среде их обитания в бассейнах обоих водохранилищ Нижней Волги.

Негативным фактором, приводящим к самым большим потерям водных биоресурсов и их кормовой базы в подобных проектах, оказалось образование зон взвесей с летальными для гидробионтов концентрациями при перемещении грунтов в толще воды: при разработке и обратной засыпке подводных траншей, иногда сопряжённой с созданием и ликвидацией подводных отвалов, при засыпке или замыве недозаглублений. Подобные проекты составляют не более 30 % от общего числа проектов этой сферы хозяйственной деятельности, но при их реализации ожидаются до 80 % потерь от общей величины исчисленного вреда.

Согласно п. 33 Методики «... количественные оценки интенсивности факторов воздействия (концентраций загрязняющих примесей при сбросах и т. п.) и объёмов, площадей зон их влияния при отсутствии характеристик, полученных посредством прямых наблюдений, выполняются посредством имитационного (математического) моделирования с использованием специаль-

ных компьютерных программ и определением параметров, необходимых для исчисления размера вреда водным биоресурсам». Как правило, на практике при исчислении размеров вреда ВБР от планируемой хозяйственной деятельности, нет возможности использовать результаты прямых наблюдений в зонах высокой мутности, поэтому в расчётах используются литературные данные лабораторных экспериментов, результаты которых имеют значительный разброс величин летальных концентраций взвесей в зависимости от видов и стадий развития водных организмов, состава и размеров взвешиваемых частиц, времени существования шлейфов мутности (Русанов, Турицына, 1979; Головачёва, 1984; Бикунова-Шаго, 1987; Горбунова, 1987; Калиничева, 1987; Хвиневиц-Головачёва, 1987; Горбунова, 1993). Это в итоге приводит к разным величинам исчисленного размера вреда ВБР от аналогичных видов работ на одном и том же водном объекте, проблемам при согласовании проектной документации в территориальных органах Росрыболовства, вопросам и замечаниям экспертов различного уровня. Кроме того, используемые в настоящее время модели определения объёмов зон негативного воздействия, либо разработаны для морских экосистем, либо представляют собой облечённый в программную «оболочку» компьютер-



ный расчёт по упрощённым моделям.

По-нашему мнению, для объективной оценки величины ущерба ВБР от гибели в зонах летальной мутности, необходимо проведение дополнительных натурных исследований, определение зон распространения взвесей от створов гидромеханизированных работ в речных водохранилищах, малых, средних и крупных равнинных реках, озёрах и прудах, а также разработка, апробация и сертификация адекватной компьютерной модели расчёта объёмов зон воздействия сверхнормативной мутности, применимой как для рек, так и для волжских водохранилищ. Учитывая, что это требует финансовых и временных затрат, а также то, что значительный ущерб водным биоресурсам от рассматриваемого фактора мутности рассчитывается для проектов сферы добычи и транспорта углеводородов, считаем необходимым привлечь предприятия этой направленности хозяйственной деятельности к помощи и финансированию вышеупомянутых исследований и разработке соответствующих моделей и программ.

Для ВБР как Волгоградского, так и Саратовского вдхр. большое значение имеют работы по русловой добыче и гидроперегрузке нерудных строительных материалов (НСМ) — песка, песчано-гравийной смеси, — вторая по абсолютной величине ущерба после добычи и транспорта углеводородов сфера хозяйственной деятельности. Эти работы, как правило, осуществляются ежегодно, практически на одних и тех же участках водных объектов (на русловых месторождениях), в период навигации, в том числе и в нерестовый период. При проведении этих работ повреждается донная поверхность: площади нагула рыб, места обитания зообентоса. В зависимости от применяемой технологии добычи и перегрузки, может образовываться зона взвеси (максимально — при переливе через борта барж); требуется использование воды для технологических нужд (при работе гидроперегрузочной техники, земснаряда), что приводит к повреждению организмов планктона в объёмах воды, использованной для образования пульпы. Учитывая особенности этих видов работ, проведение их в нерестовый период, большое негативное влияние на ВБР, особенно важно

при их осуществлении соблюдение одной из мер по сохранению водных биологических ресурсов (Постановление Правительства РФ от 29.04.2013 г. № 380) — проведение производственно-экологического контроля, на что мы указывали ранее (Применение природоохранных технологий ... , 2014). Своевременное обнаружение покатной молоди рыб на участках добычи позволит избежать значительной доли ущерба ВБР при осуществлении планируемых работ этого вида хозяйственной деятельности.

Аналогичное негативное воздействие на ВБР водных объектов бассейнов обоих водохранилищ оказывают работы по расчистке русел и дноуглублению: они схожи по применяемым механизмам, технологии проведения, факторам негативного воздействия. Эти работы стоят на третьем месте по абсолютной величине наносимого вреда.

Значительный ущерб водным биологическим ресурсам водохранилищ Нижней Волги наносится забором воды на нужды предприятий, садовых и огороднических товариществ, гидроиспытаний трубопроводов и др.

В целом на долю этих четырёх отраслей хозяйственной деятельности (добыча и транспорт углеводородов, добыча и гидроперегрузка НСМ, дноуглубление, работа водозаборов) приходится около 90 % от общей рассчитанной величины ущерба в натуральном выражении.

Восстановительные мероприятия для компенсации исчисленного размера вреда рекомендованы путём выпуска рыбоводной продукции: подрощенной молоди (стерлядь) и сеголетков рыб (сазан, растительноядные виды рыб) в Волгоградское и Саратовское вдхр. Объёмы выпуска рыбоводной продукции в целях компенсации рассчитанного размера вреда по водным объектам рассматриваемого региона суммарно за рассматриваемый период (2012—2017 гг.) приведены в табл. 2.

Суммарная стоимостная величина компенсационных мероприятий в бассейне Нижней Волги может составить от 114,4 до 286,5 млн рублей.

Таким образом, анализ проведённых

Таблица 2

Рассчитанные объёмы выпуска в Волгоградское, Саратовское и Сорочинское вдхр. подрощенной молоди и сеголетков рыб в компенсационных целях

Водный объект	Вид, рекомендованный к выпуску, тыс. шт.			Виды, рекомендованные к выпуску в вариантах (или стерлядь / или сазан / или РЯР)	ВСЕГО, млн экз.
	Стерлядь	Сазан	Растительноядные виды рыб (РЯР)		
Волгоградское вдхр.	1 085,32	2 428,639	284,335	3 641,1 / 993,0 / 27,1	3,8—7,4
Саратовское вдхр.	2 430,626	4 795,295	1 219,106	2 748,6 / 1 194,6 / 223,9	8,7—11,2
Сорочинское вдхр.	—	43,434	34,85	— / 27,4 / 9,7	0,09—0,1
Всего:	<b>3 515,946</b>	<b>7 267,368</b>	<b>1 538,294</b>	<b>6 389,7 / 2 215 / 260,7</b>	<b>12,6—18,7</b>

оценок воздействия на ВБР от планируемой хозяйственной деятельности в регионе показал, что:

- водные биоресурсы водных объектов бассейна Нижневолжских водохранилищ — Волгоградского и Саратовского — испытывают значительную антропогенную нагрузку. За рассматриваемый период (2012—2017 гг.) планировалось осуществление более 650 проектов, суммарная величина ущерба составила около 790 т рыбной продукции (приведены результаты расчёта для организаций, обратившихся только в Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»);

- более половины проектов относятся к сфере добычи и транспорта углеводородов, причём основным негативным фактором, наносящим максимальный вред ВБР, является образование зон сверхнормативной мутности при подводном перемещении грунтов. Для адекватной оценки величины ущерба

при осуществлении этих работ необходимо проведение дополнительных натурных исследований и разработка соответствующих моделей распространения взвесей в крупных равнинных водохранилищах, реках, стоячих водоёмах. Необходимо финансовое участие заинтересованных хозяйствующих субъектов в подобных исследованиях;

- около 90 % от общей величины ущерба ВБР наносится при реализации проектов, посвящённых добыче и транспорту углеводородов, НСМ, расчистке русел и дноуглублению, деятельности водозаборов;

- для компенсации рассчитанного вреда за рассматриваемый период рекомендовано выпустить в Волгоградское вдхр. 3,8—7,4 млн экз., в Саратовское вдхр. — от 8,7 до 11,2 млн экз. рыбопосадочного материала (подрощенной молоди стерляди, сеголетков сазана и растительноядных видов рыб).

### Литература

**Бикунова-Шаго Л.П.** Влияние взвешенных веществ на фитопланктон // Влияние гидромеханизированных работ на рыбохозяйственные водоёмы: сб. науч. тр. Л., 1987. Вып. 255. С. 17—20.

**Головачева С.И.** Особенности влияния различных типов взвешенных веществ на фитопланктон: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1984.

**Горбунова А.В.** Влияние повышенного содержания взвеси в воде на рост трёх видов ветвистоусых рачков // Влияние гидромеханизированных работ на рыбохозяйственные водоёмы: сб. науч. тр. Л., 1987. Вып. 255. С. 79—82.

**Горбунова А.В.** Влияние повышенной мутности воды на планктонных ветвистоусых ракообразных-фильтраторов: дис. ... канд. биол. наук, 1993.

**Калиничева В.Г.** Влияние взвешенных веществ на рыб (икра, личинки, сеголетки) // Влияние гидромеханизированных работ на рыбохозяйственные водоёмы: сб. науч. тр. Л., 1987. Вып. 255. С. 55—58.

Применение природоохранных технологий механизированных работ на водных объек-

тах / Е.А. Зотова [и др.] // Рыбохозяйственные водоёмы России: фундаментальные и прикладные исследования: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию ГосНИОРХ (6—10 октября 2014 г., г. Санкт-Петербург). СПб., 2014. С. 946—952.

**Русанов В.В., Турицына О.С.** Влияние глинистых взвесей на ранние стадии онтогенеза рыб // Рыбохозяйственные исследования водоёмов Урала: сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1979. Вып. 2. С. 122—127.

**Хвиневич-Головачева С.И.** Влияние взвеси различного минералогического состава на фитопланктон // Влияние гидромеханизированных работ на рыбохозяйственные водоёмы: сб. науч. тр. Л., 1987. Вып. 255. С. 83—92.

УДК 597.2/.5

## НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ИХТИОФАУНЫ УСТЬЕВОГО ВЗМОРЬЯ ДОНА

А.В. Старцев<sup>1,2</sup>, М.А. Старцева<sup>2</sup>, С.С. Савицкая<sup>1</sup>, Д.А. Бухмин<sup>1</sup>, Н.Ю. Грабчак<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: star847@mail.ru

С конца 1980-х гг. по настоящее время, под воздействием различных факторов природного и антропогенного характера, рыбные запасы Азово-Донского бассейна стабилизировались на уровне близком к утрачиванию своего рыбохозяйственного значения.

Произошедшие в водной экосистеме негативные изменения отразились не только на количественном, но и на качественном составе ихтиофауны. За последние 40—50 лет некоторые виды полностью исчезли в авандельте и устьевом пространстве реки, тогда как, другие появились в результате инвазий и акклиматизаций. Есть и случайные находки, нехарактерных для района видов, поимка которых, связана с резкими изменениями гидрологического режима водоёма, под воздействием стонно-нагонных, либо других экстраординарных явлений.

Ихтиологический мониторинг в устьевом взморье Дона выполняется с 2003 г. по настоящее время. Для изучения процессов, происходящих в устьевой зоне, в качестве контрольного эталона выбран крайний левый водоток дельты — Свиное гирло, гидрологические параметры которого в целом совпадают с устьевым участком реки.

В Таганрогском заливе исследования проводились в его восточной части, от авандельты до границ предустьевого пространства моря.

Обловы рыб выполнялись стандартными орудиями лова. На речном участке использовались ставные жаберные сети с шагом ячеи 14—60 мм; 18-метровая мальковая волокуша, с ячеей в кутце 6 мм; мелкочейные подхваты и верши с ячеей 3 мм. В заливе ставные жаберные сети с шагом ячеи 24—90 мм и 3-метровый бимтрал.

Обеспечение ихтиологических наблюдений осуществлялось за счёт ежегодно получаемых квот на вылов водных биоресурсов в научно исследовательских, контрольных, учебных и культурно-просветительских целях.

По оценкам разных авторов (Лужняк, Корнеев, 2006; Результаты ихтиологических исследований ... , 2014; Современное таксономическое разнообразие ... , 2017), современный состав ихтиофауны Нижнего Дона, включающем в себя участок реки, протяжением 313 км от Цимлянской плотины до устья, пойму и дельту площадью 340 км<sup>2</sup>, с большим количеством рукавов и протоков, устьевые участки притоков Северский Донец и Маныч, представлен от 70 до 74 видами круглоротых и рыб, относящихся к 16—18 семействам.

Несмотря на то, что акватория наших исследований не была столь обширной, и ограничивалась крайним левым рукавом дельты — Свиное гирло, с устьем р. Кагальник и восточной частью Таганрогского залива, результаты проведённого мониторинга дают

достаточно полное представление о современном составе ихтиологического сообщества устьевого взморья и дельты Дона. Кроме этого мы смогли пополнить общий список новыми видами не отмечавшихся ранее для этого района. Список видов рыб устьевого взморья и дельты Дона представлен в таблице.

Нами использована номенклатура, представленная в «Атласе пресноводных рыб России» (2002) под редакцией Ю.С. Решетникова, с учётом таксономических изменений, представленных Н.Г. Богуцкой и А.М. Насеки (2004).

За истекший период на исследуемом

### Список видов рыб устьевого взморья Дона

Семейство	Вид
I. Acipenseridae — Осетровые	1. Русский осётр <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> BRANDT & RATZEBURG, 1833
	2. Стерлядь <i>Acipenser ruthenus</i> LINNAEUS, 1758
	3. Севрюга <i>Acipenser stellatus</i> PALLAS, 1771
	4. Белуга <i>Huso huso</i> (LINNAEUS, 1758)
II. Clupeidae — Сельдевые	5. Азовский пузанок <i>Alosa caspia tanaica</i> (GRIMM, 1901)
	6. Черноморско-азовская проходная сельдь <i>Alosa immaculata</i> BENNETT, 1835
	7. Черноморско-каспийская тюлька <i>Clupeonella cultriventris</i> (NORDMANN, 1840)
III. Engraulidae — Анчоусовые	8. Европейский анчоус <i>Engraulis encrasicolus</i> (LINNAEUS, 1758)
IV. Esocidae — Щуковые	9. Щука <i>Esox lucius</i> LINNAEUS, 1758
V. Cyprinidae — Карповые	10. Леиш <i>Abramis brama</i> (LINNAEUS, 1758)
	11. Уклея <i>Alburnus alburnus</i> (LINNAEUS, 1758)
	12. Жерех <i>Aspius aspius</i> (LINNAEUS, 1758)
	13. Густера <i>Blicca bjoerkna</i> (LINNAEUS, 1758)
	14. Серебряный карась <i>Carassius auratus gibelio</i> (BLOCH, 1782)
	15. Золотой карась <i>Carassius carassius</i> (LINNAEUS, 1758)
	16. Черноморская шемая <i>Chalcalburnus chalcoides mento</i> (HECKEL, 1836)
	17. Белый амур <i>Stenopharyngodon idella</i> (VALENCIENNES, 1844)
	18. Сазан <i>Cyprinus carpio carpio</i> LINNAEUS, 1758
	19. Белый толстолобик <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (VALENCIENNES, 1844)
	20. Язь <i>Leuciscus idus</i> (LINNAEUS, 1758)
	21. Чехонь <i>Pelecus cultratus</i> (LINNAEUS, 1758)
	22. Амурский чебачок <i>Pseudorasbora parva</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL, 1846)
	23. Обыкновенный горчак <i>Rhodeus sericeus amarus</i> (BLOCH, 1782)
	24. Вырезуб <i>Rutilus frisii frisii</i> (NORDMANN, 1840)
	25. Плотва (Тарань) <i>Rutilus rutilus</i> (LINNAEUS, 1758)
	26. Краснопёрка <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (LINNAEUS, 1758)
	27. Линь <i>Tinca tinca</i> (LINNAEUS, 1758)
	28. Синец <i>Abramis ballerus</i> (LINNAEUS, 1758)
	29. Волжский подуст <i>Chondrostoma variable</i> JAKOWLEW, 1870
30. Елец Данилевского <i>Leuciscus danilewskii</i> (KESSLER, 1877)	
31. Верховка <i>Leucaspius delineatus</i> (HECKEL, 1843)	
32. Рыбец <i>Vimba vimba</i> (LINNAEUS, 1758)	
VI. Cobitidae — Вьюновые	33. Южнорусская ципповка <i>Cobitis rossomeridionalis</i> VASIL'eva & VASIL'ev, 1998
VII. Siluridae — Сомовые	34. Обыкновенный сом <i>Silurus glanis</i> LINNAEUS, 1758

## Окончание таблицы

Семейство	Вид
VIII. Ictaluridae — Иctalуровые	35. Американский канальный сомик <i>Ictalurus punctatus punctatus</i> (RAFINESQUE, 1818)
IX. Gasterosteidae — Колюшко-вые	36. Трёхиглая колюшка <i>Gasterosteus aculeatus</i> LINNAEUS, 1758
X. Syngnathidae — Игло-вые	37. Черноморская пухлощёкая игла-рыба <i>Syngnathus abaster</i> A. RISSO, 1826
XI. Atherinidae — Атериновые	38. Атерина <i>Atherina boyeri</i> A. RISSO, 1826
XII. Mugilidae — Кефалевые	39. Пиленгас <i>Liza haematocheilus</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL, 1845)
	40. Сингиль <i>Liza aurata</i> (A. RISSO, 1810)
	41. Лобан <i>Mugil cephalus</i> LINNAEUS, 1758
XIII. Percidae — Окунёвые	42. Обыкновенный ёрш <i>Gymnocephalus cernuus</i> (LINNAEUS, 1758)
	43. Речной окунь <i>Perca fluviatilis</i> LINNAEUS, 1758
	44. Перкарина <i>Percarina demidoffi maeotica</i> KUZNETZOV, 1888
	45. Судак <i>Sander lucioperca</i> (LINNAEUS, 1758)
XIV. Gobiidae — Бычковые	46. Азовская пуголовка <i>Benthophilus magistri</i> ILJIN, 1927
	47. Звёздчатая пуголовка <i>Benthophilus stellatus</i> (SAUVAGE, 1874)
	48. Длиннохвостый бычок Книповича <i>Knipowitschia longecaudata</i> (KESSLER, 1877)
	49. Бычок-песочник <i>Neogobius fluviatilis</i> (PALLAS, 1814)
	50. Бычок-голец <i>Neogobius gymnotrachelus</i> (KESSLER, 1857)
	51. Бычок-кругляк <i>Neogobius melanostomus</i> (PALLAS, 1814)
XV. Scophthalmidae — Ромбо-вые	52. Бычок-сирман <i>Neogobius syrman</i> (NORDMANN, 1840)
	53. Бычок-цуцик <i>Proterorhinus marmoratus</i> (PALLAS, 1814)
	54. Азовский калкан <i>Scophthalmus maeoticus torosa</i> (RATHKE, 1837)

участке нами было отмечено 54 вида рыб из 15 семейств.

В предложенном списке, составленному только по результатам собственных исследований, по сравнению с данными В.А. Лужняка и А.А. Корнеева (2006), Г.Г. Матишова с соавторами (Результаты ихтиологических исследований ... , 2014; Современное таксономическое разнообразие ... , 2017) отсутствуют представители 3 семейств: Миноговые, Угрёвые и Балиториевые. Так, к настоящему времени, на протяжении многих лет нет сведений о поимке в низовье Дона украинской миноги *Eudontomyzon mariae* (BERG, 1931) — единственного представителя семейства Миноговые, обитающего в Азово-Донском бассейне. По сведению вышеупомянутых авторов, последний раз этот вид, на стадии пескоройки был пойман в 2000 г. в водотоке дельты Мёртвый Донец.

Речные угри (сем. Угрёвые) изредка отмечаются в уловах рыбаков в низовье Дона и в Таганрогском заливе. Единично, но относи-

тельно регулярно речной угорь *Anguilla anguilla* (LINNAEUS, 1758) встречается в ставных неводах у побережья Крымского полуострова, куда попадает пройдя долгий путь, по каналам и водоразделам из Балтийского моря, в том числе по Дону и Азовскому морю (Болтачев, Карпова, 2012). В наших уловах угорь не присутствовал.

Усатый голец *Barbatula barbatula* (LINNAEUS, 1758) (сем. Балиториевые) в низовьях Дона ранее указывался лишь для Северского Донца (Троицкий, 1980; Троицкий, Цуникова, 1988). В ходе проведённых исследований этот вид никогда не отмечался, сведений о фактах его поимки мы не имеем.

Осетровые были представлены 4 видами: белугой, русским осётром, севрюгой и стерлядью (см. таблицу). В большинстве случаев это была скатывающаяся в море молодь. В настоящее время естественный нерест осетровых в Дону давно отсутствует. Все представители семейства имеют охранный статус, а немногочисленные популяции существуют за

счет искусственного воспроизводства (Лужняк, Корнеев, 2006).

Из семейства Сельдёвые отмечены черноморско-азовская проходная сельдь, азовский пузанок и черноморско-каспийская тюлька. В Азовском море также обитает черноморско-азовская морская (керченская) сельдь *Alosa maotica* (GRIMM, 1901), которая во время миграций заходит в западную часть Таганрогского залива. Однако в восточной части залива и дельте Дона встречается редко, и за весь период исследований в уловы не попадалась.

Европейский анчоус (хамса) *Engraulis encrasicolus* (LINNAEUS, 1758) является типичным морским видом. Тем не менее, нами отмечен случай присутствия хамсы в водотоке дельты Свиное гирло. Во время урагана 23—24 сентября 2014 г., вместе с водой с повышенной солёностью (5—9 ‰) и вызвавшей колоссальное наводнение, с нагоном до уровня 3,4—3,6 м (Матишов, 2015), в водотоки дельты и выше по реке зашла морская рыба. В последствие, после быстрого спада, в пойме наблюдались не успевшие уйти с большой водой, стайки хамсы.

Наиболее представительным семейством исследуемого района является — Карповые. В этой группе отмечено 23 вида рыб. Впервые для дельты, нами обнаружено присутствие волжского подуста, синца и ельца Данилевского, которые обитают в Дону выше по течению, а в район устьевого взморья попадают в результате аномальных речных стогов, вызванных сильными ветрами восточного направления. Для взморья и дельты стал редким видом золотой карась, который вытесняется своим близким родственником — серебряным карасём (Лужняк, Старцев, 2010). В последнее десятилетие в контрольных уловах практически не встречается чехонь. По-видимому, причина резкого падения её численности связана со снижением уровня водности Дона, вызванного строительством гидросооружений. В недалёком прошлом в Азово-Донском бассейне семейство карповых пополнилось новыми видами, объектами аквакультуры белым и пёстрым толстолобиками, белым амуром и попавшим сюда в результате случайной интродукции с Дальнего

Востока амурским чебачком, считающегося сорным видом.

В качестве акклиматизанта, в Донском бассейне, оказался представитель семейства Иctalуровые — канальный сомик. Пока самовоспроизводящаяся популяция этого вида охватывает акваторию тёплого сбросного канала Новочеркасской ГРЭС. В дельте, в течении тёплого сезона, отмечаются лишь взрослые особи. Но, тем не менее, в межплатинном участке Пролетарского водохранилища, включая нижнее течение р. Большой Егорлык (бассейн р. Маныч — приток Дона), канальный сомик адаптировался к холодному климату и обитает там на протяжении уже более двух десятков лет постоянно (Степаньян, Старцев, 2014).

Многочисленным в Азово-Черноморском бассейне стал другой вселенец — дальневосточная кефаль — пиленгас. В результате намеренной интродукции этот эвригалитный вид так успешно освоился, что стал основным промысловым объектом обширного региона.

В последние годы на формирование видового разнообразия ихтиофауны дельты и взморья стало оказывать осолонение Таганрогского залива, что вызвало здесь появление видов, не встречавшихся ранее. Так, в устьевом пространстве, нами были отмечены черноморские кефали лобан и сингиль. Поимки лобана были приурочены к авандельте, а сингиль попал в жаберные сети в рукаве дельты Свиное гирло, близ с. Кагальник.

Дважды, в контрольных уловах, имела место поимка азовского калкана в нехарактерном для него районе Азовского бассейна, в приустьевом взморье.

В связи с повышающейся солёностью обычным видом для дельты и верхних от неё участках реки стала атерина, ранее лишь изредка встречающаяся в авандельте и низовьях Дона (Лужняк, Корнеев, 2006).

Часто понятие массовости видов, особенно не используемых промыслом, напрямую связана со спецификой использования орудий лова. Так, применив для контрольного облова бимтрал с мелкочейной вставкой, в 2016 г. мы выяснили, что считавшиеся редко встречаемый длиннохвостый бычок Книповича, является самым многочисленным ви-

дом протоков дельты и устьевого взморья, его средняя удельная численность составила 2 060,6 экз./га (Болтачев, Карпова, 2017; Современное таксономическое разнообразие ... , 2017). Это положение оказалось справедливым для многих промысловых рыб: горчака, амурского чебачка, черноморской пухлощёй рыбы-иглы, бычков, атерины, трёхиглой колюшки и пр.

Таким образом в результате собственных исследований мы установили, что в течении короткого времени происходит изменение качественного и количественного состава ихтиофауны устьевого взморья и дельты Дона,

связанного как с природным, так и с антропогенным воздействием. Некоторые виды, неотмеченные за последнее десятилетия, наверняка уже безвозвратно исчезли из исследуемого района, в свою очередь изменения гидрохимического режима водоёма способствует заселению новых. Также большую роль в пополнении рыбного сообщества играет различного рода инвазия и акклиматизация.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ, соглашение № 14.607.21.0163, уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI60716X0163.

### Литература

- Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю.С. Решетникова. М., 2002.
- Богуцкая Н.Г., Насека А.М.** Каталог бесчелюстных и рыб пресноводных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004.
- Болтачев А.Р., Карпова Е.П.** Морские рыбы Крымского полуострова: изд. 2-е. Симферополь: Бизнес-Информ, 2017.
- Лужняк А.В., Старцев А.В.** Инвазионные виды рыб в Таганрогском заливе и устье р. Дон // Вселенцы в биоразнообразии и продуктивности Азовского и Чёрного морей. Ростов н/Д; Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 28—34.
- Лужняк В.А., Корнеев А.А.** Современная ихтиофауна бассейна Нижнего Дона в условиях антропогенного преобразования стока // Вопр. ихтиол. 2006. Т. 46, № 4. С. 73—84.
- Матишов Г.Г.** Керченский пролив и дельта Дона: безопасность коммуникаций и населения // Вестник Южного научного центра РАН. 2015. Т. 11, № 1. С. 6—15.
- Особенности количественного распределения рыб дельты Дона в тёплый сезон 2015 г. / А.Р. Болтачев [и др.] // Морской биологический журнал. 2017. Т. 2, № 3. С. 3—11.
- Результаты ихтиологических исследований устьевого взморья Дона / Г.Г. Матишов [и др.]. Ростов н/Д; Изд-во ЮНЦ РАН, 2014.
- Современное таксономическое разнообразие и пространственное распределение сообществ рыб и некоторых высших ракообразных экотона эстуарной зоны реки Дон / Г.Г. Матишов [и др.] // Наука юга России. 2017. Т. 13, № 1. С. 84—101.
- Степаньян О.В., Старцев А.В.** Современное состояние биоты водоёмов Кумо-Маньчской впадины: Усть-Маньчского, Веселовского, Пролетарского и Чограйского водохранилищ (обзор) // Аридные экосистемы. 2014. Т. 20, № 2 (59). С. 56—69.
- Троицкий С.К.** Общая характеристика ихтиофауны Северного Кавказа // Ресурсы живой фауны. Ростов н/Д; Изд-во СКНЦ, 1980. С. 82—111.
- Троицкий С.К., Цуникова Е.П.** Рыбы бассейнов Нижнего Дона и Кубани: руководство по определению видов. Ростов н/Д; Кн. изд-во, 1988.

УДК 551.46

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АКВАТОРИЮ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА ПЕРЕВАЛКИ ГРУЗОВ НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА ГУП РК «КРЫМСКИЕ МОРСКИЕ ПОРТЫ» «КЕРЧЕНСКИЙ ТОРГОВЫЙ ПОРТ»**

Н.А. Сытник, В.В. Тарасова

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия*

E-mail: amtek-kerch@mail.ru

В настоящее время, по мировым оценкам, в производственной деятельности портов наибольшую (77 %) антропогенную нагрузку на окружающую среду (ОС) оказывают береговые объекты и только 12 % — движение морского транспорта (Уильямс, 1984; Панов Б.Н., Спиридонова, Панов Д.Б., 2014).

Однако совершенно очевидно, что наряду с влиянием портов на высоко урбанизированных участках побережья существует масса других источников загрязнения вод (промышленные, аграрные и рекреационные комплексы, городские системы стоков, автотранспорт и др.). Результаты комплексного антропогенного воздействия могут в различной степени регулироваться и локальными природными факторами (Панов Б.Н., Спиридонова, Панов Д.Б., 2014).

Поэтому для определения влияния деятельности порта на ОС необходим комплекс объективных оценок этого влияния. Оценки деятельности подобного рода могут и должны служить основой планирования развития портов, совершенствования их инфраструктуры.

Морские порты являются выраженными неорганизованными источниками загрязнения атмосферного воздуха твёрдыми и газообразными веществами. Этот тип промышленных предприятий характеризуется большой площадью “сноса” вредных веществ, периодичностью их поступления, связанной с технологическим циклом перегрузки. Интенсивность загрязнения воздушного бассейна и дальность распространения загрязнений зависят от объёмов и видов основных перерабатываемых грузов, технологии их перегрузки (крановая, конвейерная). Морские порты являются крупными водопотребителями, использующими пресную воду питьевого качества. На нужды флота расходуется до 30 % забираемой воды, а 70 % идёт на производственно-технические и хозяйственно-питьевые

нужды береговых служб порта. При этом на питьевые цели расходуются лишь около 40 % воды. Морские торговые порты с малым грузооборотом характеризуются более высоким удельным расходом воды.

Филиал Государственного унитарного предприятия Республики Крым «Крымские морские порты» «Керченский торговый порт» (далее — Филиал), являясь универсальным грузовым комплексом, перерабатывает широкую номенклатуру навалочных, генеральных и наливных грузов. Перегрузочная техника и технологическое обеспечение позволяют выдерживать достаточно высокие нормы погрузки.

В порту на 7 причалах применяется, в основном, традиционная крановая схема механизации, которая в зависимости от рода перерабатываемого груза имеет свою специфику.

При крановой схеме механизации потери груза составляют (1,0..2,3) % от грузооборота, а запылённость воздуха превышает установленные санитарные нормы в десятки и сотни раз. Анализ причин, способствующих процессу пылеобразования при перегрузке сыпучих грузов грейферными кранами и перегружателями, показывает, что основным источником пыления и возможным источником искрения (зажигания пылевоздушной смеси) является сам грейфер.

При неработающем перегрузочном оборудовании запылённость воздуха в зависимости от скорости ветрового воздействия в трюме достигает до 800 мг/м<sup>3</sup>, а у комингсов открытого трюма — до 80 мг/м<sup>3</sup>.

При хранении сыпучих грузов на открытых складах потери груза от пылеуноса лежат в пределах (0,15..0,3) кг/т при удельном пылеуносе (1,65..9) мг/м<sup>2</sup>с. При этом запылённость воздуха достигает 500 мг/м<sup>3</sup>.

Филиал расположен на берегу обширной, хорошо защищённой Керченской бух-



ты. Ширина бухты при входе, между мысами Ак-Бурун и Еникале — 5 км. В вершину бухты впадает р. Мелек-Чесме, в акваторию Филиала впадает р. Булганак.

Учитывая всевозрастающую антропогенную нагрузку в результате промышленной деятельности предприятия, перегрузка навалочных грузов в порту является актуальной проблемой загрязнения окружающей природной среды.

Цель работы: оценить влияние перегрузки рассматриваемых грузов на состояние окружающей природной среды.

Согласно данных Филиала общее количество перерабатываемых грузов за 2017 г. составило 503,4 тыс. т (табл. 1).

С ростом размеров судов и объёмов перевозки навалочно-насыпных грузов происходят изменения в технологии их перегрузки, основанные на использовании прогрессивных технических решений. Вместе с тем обостряются проблемы, связанные с негативными воздействиями перегрузочных работ на окружающую среду в силу особенностей грузов этой категории.

Основными из этих воздействий являются:

- загрязнение воздушного и водного бассейнов, а также прилегающей территории вследствие пылеобразования;

- загрязнение водной среды ливневыми стоками и грунтовыми водами, содержащими вредные вещества.

Эти воздействия характерны практически для всех навалочно-насыпных грузов, но их степень и последствия определяются свойствами перегружаемых материалов, технологическими решениями перегрузки и естественными условиями района расположения перегрузочного комплекса.

Как показывает практика работы морских и речных портов по перегрузке и хранению грузов, основное воздействие на окружающую среду оказывают перегрузочные процессы с пылящими грузами. К этой категории грузов относятся сода, песок, а также металлолом, бобовые, зерновые и семена.

Пыль, осаждаясь, попадает на поверхность причала и территорию порта, а также на прилегающий участок акватории.

Во время дождя осевшая пыль смывается дождевыми водами и через систему отведения поверхностного стока с причалов попадает в акваторию порта.

Источниками вредного воздействия на окружающую среду являются также и выбросы теплоэнергетических установок административного здания порта и судов, стоящих у причала. При работе трубы вспомогательного двигателя судна в атмосферу выделяются

Таблица 1

Данные по грузопереработке в филиале ГУП РК «КМП» «Керченский торговый порт» в 2017 г.

Наименование груза	Грузопереработка по месяцам и за год, тыс. т											Год
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11—12	
Сода б/б	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	3,5	1,4	0,0	0,0	0,1	6,4
Металлолом	0,0	0,0	0,0	2,7	1,9	1,6	1,2	0,0	3,8	0,0	0,0	11,2
Груз в паллетах / разное	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,8	3,6
Оборудование	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	1,4
Генеральный (TIR)	30,5	59,7	99,2	29,2	17,2	25,3	26,4	28,1	29,9	34,6	29,9	410,0
Щебень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Песок	0,0	0,0	2,4	0,0	2,4	2,3	0,0	2,7	2,8	5,3	7,9	25,8
Пшеница	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	13,0	2,7	5,6	1,3	12,2	36,5
Стеклотара	1,1	0,0	0,6	0,6	0,6	2,1	2,3	0,0	0,0	0,6	0,6	8,5
Всего грузопереработка, тыс. т	31,7	59,8	103,7	34,3	22,2	31,4	46,5	35,0	42,2	42,7	53,9	503,4

следующие загрязняющие вещества: оксиды азота, сажа, окись углерода, предельные углеводороды.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от отдельных групп источников загрязнения, поступающих в результате деятельности Филиала за 2017 г. представлены в табл. 2.

Таблица 2

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от отдельных групп источников загрязнения

Загрязняющие вещества	Выброс в атмосферу загрязняющих веществ, т	
	от сжигания топлива (для выработки электро- и теплоэнергии)	от технологических и других процессов
Твёрдые вещества	4,818	1,01
Диоксид серы	0,664	0,751
Оксид углерода	10,707	6,645
Оксиды азота (в пересчёте на NO <sub>2</sub> )	8,271	3,957
Углеводороды с учётом ЛОС (исключая метан)	0	1,761

Из вышесказанного следует, что технологический процесс перегрузки грузов оказывает прямое воздействие на воздушную и водную среду.

Многие химические вещества, содержащиеся в пыли, образующейся при перегрузочных работах, попадая в морскую воду, являются причинами гибели или дегенерации морской флоры и фауны, особенно такие вещества, которые длительное время сохраняют свои физико-химические свойства (Панов Б.Н., Спиридонова, Панов Д.Б., 2014).

Объектами негативного воздействия указанных выше источников являются следующие компоненты окружающей природной среды:

- приземный слой атмосферы;
- морская среда (вода, донные отложения);

- биотическая часть морской экосистемы (фитоценоз, бентос, гидробионты, ихтиоценоз - икра, личинки, молодь и взрослые особи рыб).

Керченский пролив относится к рыбохозяйственным водоёмам первой категории и является важным рыбохозяйственным районом, через который проходят традиционные пути миграции основных промысловых видов рыб, таких как хамса, полька, бычки, кефали, ставрида, камбала-калкан и др.

Гидрохимические исследования, проведённые в 2000 и 2003 гг. в рамках мониторинга Южным НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО) показали, что:

- в зоне перегрузки соды отмечается повышение величины рН, что обусловлено гидролизом соды, попадающей в морскую среду в процессе перегрузки;

- в ходе перегрузки соды наблюдалось увеличение содержания натрия-иона вблизи разгружаемого судна либо к востоку от него. Это влияние прослеживается как в поверхностном, так и в придонном слое воды;

- нормы содержания биогенных элементов, превышены не были;

- соотношения между органическими и минеральными формами существования биогенных элементов в основном сохранялись;

- предельно допустимые величины концентраций NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) не превышены.

Результаты мониторинга распределения тяжёлых металлов в воде и донных отложениях в 2000 г. показали, что:

- в воде концентрации мышьяка, свинца, кадмия, цинка и марганца не превышали предельно допустимые значения для рыбохозяйственных водоёмов, за исключением ртути и меди, концентрации которых превышали ПДК на нескольких станциях. Для железа характерно повсеместное превышение ПДК;

- в донных отложениях концентрации ртути, меди, железа, свинца, марганца и хрома в основном не превышали геохимический фон, за исключением некоторых станций.

Концентрации мышьяка повсеместно превышали геохимический фон. Между двумя причалами были зафиксированы превышения концентрации для большинства оп-

ределённых металлов: меди, свинца, кадмия, цинка, марганца и хрома.

В водной среде акватории в 2003 г. концентрации мышьяка, свинца, кадмия, цинка и марганца не превышали предельно допустимых для значений для воды рыбохозяйственных водоёмов. В придонном слое акватории незначительно повышено содержание марганца (до 1,1 ПДК).

В период 2000—2003 гг. масса переработанных грузов превышала в десятки и сотни раз по сравнению с 2017 г.

Таким образом, снижение роста грузооборота Филиала обуславливает уменьшение загрязнения вод его акватории в настоящее время. Однако необходимо учитывать, что увеличение производственных мощностей непременно приведёт к увеличению поступления загрязняющих веществ в окружающую среду и загрязнению акватории, в первую очередь, ртутью, медью и нелетучими углеводородами, которые поступают от находящихся в порту судов.

Несмотря на значительный прогресс в развитии портовых технологий, проблема негативного воздействия процессов перевалки и хранения грузов в портах на окружающую среду не решена. При модернизации существующих портов и строительстве новых основное внимание уделяется производительности,

эффективности и надёжности применяемых технологий переработки и складирования грузов, и, разумеется, их соотношению «цена-качество». Вопросы же экологической безопасности внедряемых технологических схем и используемого оборудования в подавляющем большинстве случаев стоят далеко не на первом месте.

Сегодня «экологичность» портовых комплексов подразумевает, прежде всего, так называемые «закрытые» технологии перевалки, исключающие прямой контакт грузов с окружающей средой. Закрытые технологии разрабатываются, как правило, для массовых грузов, но наибольшее распространение они получили для наливных. Для генеральных грузов — это различные виды тары и упаковки, которые скорее всё-таки используют для обеспечения сохранности груза и удобства его перевозки на транспорте, чем в целях защиты окружающей среды. Что касается навалочных грузов, то их переработка происходит либо устаревшей технологией с использованием грейферов на универсальных перегрузочных комплексах, либо, в случае строительства нового специализированного порта, на частично закрытых конвейерных линиях и узлах перегрузки и открытых складских площадках, являющихся основным источником загрязнения окружающей среды в порту.

### Литература

**Израэль Ю.А., Цыбань А.В.** Экология и проблемы комплексного глобального мониторинга Мирового океана // Комплексный глобальный мониторинг Мирового океана: тр. I Междунар. симп. Т. 3. Л.: Гидрометеиздат, 1985. С. 19—48.

**Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Панов Д.Б.** Влияние перевалки грузов и дноуглубительных работ в Керченском морском торговом порту на загрязнение его акватории соединениями тяжёлых металлов и нефтепродуктов // Учёные записки КФУ. Серия «География». 2014. Т. 27 (66), № 2. С. 87—96.

Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов. М.: Минрыбхоз, 1992.

Современное развитие эстуарных экосистем на примере Азовского моря / отв. ред. академик РАН Г.Г. Матишов. Апатиты, 1999.

**Уильямс Дж.** Основы контроля морских загрязнений: пер. с англ. Л.: Судостроение, 1984.

Экологические аспекты развития портов: сб. докл. Междунар. учеб. семинара. Варна, 1999.

УДК 504.062.2

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ**

Н.А. Сытник, Т.В. Дорошенко, А.В. Щерба

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия*

E-mail: amtek-kerch@mail.ru

19.11.2015 г. приказом № 925 Министерства природных ресурсов РФ в соответствии с законом «Об экологической экспертизе» было утверждено заключение экспертной комиссии государственной экологической экспертизы проектной документации «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив».

Реализация данного проекта позволит снять инфраструктурные ограничения в целях обеспечения устойчивого экономического развития Республики Крым, создать условия формирования современной транспортной инфраструктуры (соединение Республики Крым с материковой частью России), интегрированной в сеть транспортных коридоров, увеличить пассажиропоток и товарооборот с республикой, сократить расходы на логистику, решить проблемы грузовых и пассажирских перевозок (Сытник, 2017).

Как и любое строительство, сооружение и последующая эксплуатация моста через Керченский пролив сопровождается воздействием на окружающую среду. Проводится ряд компенсационных мероприятий для обеспечения экологической безопасности и минимизации влияния на окружающую среду. В рамках производственного экологического контроля (мониторинга) в период строительства объекта осуществляется: производственный экологический контроль (ПЭК) соблюдения требований природоохранного законодательства; мониторинг опасных экзогенных геологических процессов (ОЭГП); мониторинг физических воздействий; мониторинг атмосферного воздуха; мониторинг почвенного покрова; мониторинг растительного покрова; мониторинг животного мира; мониторинг орнитофауны; мониторинг поверхностных вод и донных отложений; мониторинг сточных вод; мониторинг водных биологических ресурсов и морских млекопитающих; производственный экологический

мониторинг при возникновении аварийных ситуаций в период строительства объекта. ПЭК и экологический мониторинг предусмотрены также в период эксплуатации объекта.

***Период строительства объекта.***

ПЭК проводится ежеквартально в подготовительный и основной периоды строительства объекта. Осуществляется: контроль выполнения требований действующего природоохранного законодательства; получение и накопление информации об источниках загрязнения и состоянии компонентов природной среды в зоне влияния объекта; информационное обеспечение руководства объекта для принятия плановых и экстренных управленческих решений; контроль выполнения и оценка эффективности природоохранных мероприятий; выработка рекомендаций и предложений по устранению и предупреждению неблагоприятных экологических ситуаций.

*Мониторинг ОЭГП* проводится 2 раза в год, ежегодно, в осеннее и весеннее время. Зоны проведения наблюдений сухопутной части расположены по береговой линии Керченского п-ова, по береговой линии Таманского п-ова и о. Тузла (ширина зоны наблюдения не менее 10 м от границы береговой линии); по границам землеотвода (учитывая технологические проезды, дороги, промышленные площадки, посёлки строителей, бытовые городки) мониторинг предусматривается с учётом буферной зоны не менее 3 м. Зоны проведения наблюдений подводной части охватывают все участки проведения работ по дноуглублению, заглаблению, захоронению грунта, вдоль трассы объекта строительства с учётом буферной зоны не менее 50 м по обе стороны от объекта, включая прибрежную зону о. Тузла, Керченского п-ова и п-ова Тамань. Наблюдаемыми параметрами при мониторинге ОЭГП являются: количество проявлений процессов в пределах площа-

ди контроля, степень активности процессов, форма и размеры, площадная поражённость, площадь, плановые очертания и размеры очагов развития процессов, элементы внутренней структуры, расстояние от участков проявления опасных геологических процессов до трассы и элементов инфраструктуры геотехнической системы, скорость развития процессов, площадь охвата, оценка угрозы.

*Мониторинг физических воздействий.*

Выполняется мониторинг шумового и вибрационного воздействия. Мониторинг шумового воздействия осуществляется в подготовительный период в 9 точках:

- в непосредственной близости от жилой застройки г. Керчь (район Цементная слободка);
- на о. Тузла в районе расположения технологической площадки;
- по границе ООПТ «Запорожско-Таманского» заказника;
- временный отвод на Таманском п-ове (в непосредственной близости от городков строителей);
- в районе расположения памятника «Комплекс сооружений «Керченской крепости».

В основной период строительства предусмотрено 29 точек замеров уровней шумового воздействия.

Контролируемыми параметрами шумового воздействия являются: эквивалентный и максимальный уровни звукового давления. Периодичность замеров, как в подготовительный, так и основной период строительства — 1 раз в месяц.

*Мониторинг атмосферного воздуха* в подготовительный период строительства предусмотрен в 9 точках:

- в непосредственной близости от жилой застройки г. Керчь (район Цементная слободка);
- на о. Тузла в районе расположения технологической площадки «Остров 1»;
- по границе Запорожско-Таманского заказника;
- временный отвод на Таманском п-ове (в непосредственной близости от городков строителей);
- в районе расположения памятника

«Комплекс сооружений «Керченской крепости».

Периодичность замеров — 1 раз в месяц. В ходе проведения мониторинга атмосферного воздуха в основной период предусмотрено 29 площадок отбора проб. Периодичность замеров, как в подготовительный, так и основной период строительства — 1 раз в месяц. Контролируемые параметры: диоксид азота, оксид азота, сажа (углерод чёрный), оксид углерода, бенз(а)пирен, взвешенные вещества. Одновременно с проведением отбора проб фиксируется скорость и направление ветра, температура воздуха, атмосферное давление, влажность, состояние погоды.

*Мониторинг почвенного покрова* осуществляется путём визуального контроля (маршрутные наблюдения на задействованной строительными работами территории) и химико-аналитического контроля в стационарных лабораториях (анализ проб почв, отобранных в пределах зоны влияния строительных площадок). Пункты отбора проб закладываются в коридоре трассы на обоих берегах и о. Тузла через каждые 500 м. В подготовительный и основной периоды запланировано 62 точки отбора проб почвы. Периодичность отбора проб — 1 раз в квартал. Перечень исследуемых показателей: рН, Mn, Cu, Zn, Co, Pb, Cd, Ni, Hg, As, нефтяные углеводороды, гранулометрический состав, бенз(а)пирен.

*Мониторинг растительного покрова* проводится в подготовительный и основной периоды с периодичностью — май—июнь и октябрь—ноябрь — 2 раза в год, ежегодно. В процессе полевой съёмки выполняются: маршрутная геоботаническая съёмка территории строительства на основе имеющихся фондовых и таксационных материалов, учёт редких и охраняемых видов растений, хозяйственно-полезных дикорастущих трав (местообитание, численность, жизненное состояние) с координатной привязкой; нанесение на карту мест обитания каждого таксона; выделение основных типов растительных сообществ; геоботаническое описание по каждому типу; конспект флоры. Определяются следующие контролируемые показатели: видовое разнообразие и пространственная структура; виды доминанты; встречаемость и обилие редких и

охраняемых видов; общее состояние растительности; изменение структуры растительных обществ. Выделены две зоны наблюдений: первая — ближняя, охватывающая сообщества, которые будут испытывать наибольшее воздействие на этапе строительства (территория, непосредственно примыкающая к объектам); вторая зона наблюдений — местообитания охраняемых видов, наиболее близко расположенные к строительным объектам и объектам инфраструктуры.

*Мониторинг животного мира* проводится в подготовительный и основной периоды — ежеквартально, за исключением зимнего периода (январь—февраль—март), всего 3 раза за год, ежегодно. Зоны мониторинга животного мира аналогичны зонам исследования растительного покрова. Объекты мониторинга: популяции видов животных; местообитания представителей животного мира. Контролируемые параметры: число видов; численность особей; плотность популяций; пространственное размещение видов; состояние местообитаний. При полевом выезде определяется состав: герпетофауны; млекопитающих; беспозвоночных.

*Мониторинг орнитофауны* проводится в границах постоянного (с буферной зоной не менее 15 м) и временного отвода (технологические проезды и дороги, технологические площадки, посёлки строителей, бытовые городки с буферной зоной 10 м) на Таманском п-ове, о. Тузла и Керченском п-ове. Мониторинг орнитофауны на морской части включает в себя наблюдения в 1000-метровом коридоре (500 м влево и вправо от трассы проектируемого перехода) с использованием маломерного судна. Периодичность наблюдения — ежемесячно, ежегодно. Объекты мониторинга: популяции птиц; околководные, водоплавающие и морские птицы, охотничьи, редкие и охраняемые виды орнитофауны; скопления птиц в постзимовочный, репродуктивный, постгнездовой, миграционный, зимовочный периоды. Контролируемые параметры: число видов; численность особей; плотность популяций; пространственное размещение видов; состояние местообитаний; сезонная динамика птиц и их местообитаний.

*Мониторинг поверхностных вод и дон-*

*ных отложений* Керченского пролива проводится в подготовительный и основной периоды строительства объекта. Периодичность отбора проб поверхностных вод в подготовительный период — 1 раз в квартал; периодичность отбора проб донных отложений — 1 раз в полгода. В акватории Керченского пролива установлено 40 контрольных створов, включая следующие пункты отбора проб: в коридоре прохождения трассы; в районе проведения работ по дноуглублению; в районе подводного отвала, где складывается изъятый грунт. Отбор проб морских вод в контрольных створах проводится с 2 горизонтов: поверхностного и придонного. Периодичность отбора проб поверхностных вод в основной период — 1 раз в квартал, ежегодно; периодичность отбора проб донных отложений — 1 раз в квартал (без учёта зимнего периода), всего 3 раза в год, ежегодно. Установлено 73 контрольных створа в коридоре трассы, включая пункты отбора проб в районе проведения работ по дноуглублению (устройство водовыпусков). В районе подводного отвала, где складывается изъятый грунт, отбор проб воды и донных отложений проводится из 4-х контрольных створов. Точки отбора проб закладываются через каждые 500 м, в коридоре строительства — 500 м выше по течению и 500 м ниже по течению от объекта строительства. Перечень контролируемых параметров поверхностных вод: рН, температура, запах, цветность, взвешенные вещества, растворенный кислород, нитраты, нитриты, фосфаты, аммоний, БПК<sub>5</sub>, хлориды, сульфаты, ХПК, гидрокарбонаты, кальций, магний, натрий, Fe, Mn, Си, Pb, Cd, Ni, Hg, Cг, нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), бенз(а)пирен, фенолы, соленость. Перечень контролируемых параметров в донных отложениях: рН, Mn, Си, Zn, Co, Pb, Cd, Ni, Hg, As, нефтяные углеводороды, гранулометрический состав, бенз(а)пирен.

*Мониторинг сточных вод* предусматривает контроль качества сточных вод, поверхностных вод и донных отложений в районах водовыпусков очищенных сточных вод. Отбор проб сточных вод производится из всех контрольных колодцев очистных сооружений с периодичностью — 1 раз в квартал ежегодно;

контролируемые параметры: взвешенные вещества, нефтепродукты, а также микробиологические, санитарно-паразитологические показатели, в 14 локальных очистных сооружениях (ЛОС) также контролируются показатели БПК и ХПК, и в 1 ЛОС контролируются показатели БПК<sub>20</sub>, ХПК, азот общий, азот нитритный, азот нитратный, фосфор, ПАВ. Мониторинг поверхностных вод и донных отложений в районах водовыпусков очищенных сточных вод на период эксплуатации объекта предусмотрен в 19 точках контроля. Перечень контролируемых параметров в поверхностных водах в районах водовыпусков: рН, температура, запах, цветность, взвешенные вещества, растворенный кислород, нитраты, нитриты, фосфаты, аммоний, БПК<sub>5</sub>, хлориды, сульфаты, ХПК, гидрокарбонаты, кальций, магний, натрий, Fe, Mn, Cu, Pb, Cd, Ni, Hg, Cr, нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), бенз(а)пирен, фенолы, солёность, общие колиформные бактерии, *E. coli*, колифаги, энтерококки, стафилококки, сальмонеллы, *Ps. aeruginosa*, жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглавов, токсокар, фасциол), цисты патогенных кишечных простейших, ооцисты криптоспоридий. Перечень контролируемых параметров в донных отложениях в районах водовыпусков: рН, Mn, Cu, Zn, Co, Pb, Cd, Ni, Hg, As, нефтяные углеводороды, гранулометрический состав, бенз(а)пирен.

*Мониторинг поверхностных вод и донных отложений озёр и лиманов.* Перечень контролируемых показателей в поверхностных водах и донных отложениях озёр и лиманов аналогичен перечню контролируемых параметров при мониторинге поверхностных вод и донных отложений Керченского пролива. Периодичность отбора проб и проведения химического анализа воды в подготовительный период проведения работ — 1 раз в квартал; донных отложений — 1 раз в полгода в 6 точках отбора проб: 2 точки расположены на Таманском п-ове в акватории оз. (одна в южной части озера, вторая в северной части озера); 2 точки контроля поверхностных вод лиманов расположены на о. Тузла; 2 точки отбора расположены на р. Джарджава 500 м выше по течению от объекта и 500 м ниже по

течению от объекта строительства.

*Мониторинг водных биологических ресурсов и морских млекопитающих.* Гидробиологический мониторинг включает в себя наблюдения за состоянием: зообентоса, макрофитобентоса, фитопланктона, бактериопланктона, зоопланктона (видовой состав, численность, биомасса), ихтиопланктона; ихтиофауной (выполняется полный биологический анализ). Количество станций отбора проб — 16 (включая станцию наблюдения в районе дампинга грунта). Периодичность проведения исследований морской биоты в подготовительный и основной периоды строительства объекта — ежеквартально (за исключением зимнего периода). Мониторинг морских млекопитающих включает в себя исследования видового состава и численности млекопитающих в районе строительства в пределах зоны беспокойства (на расстоянии 500 м по обе стороны от объекта). Особое внимание уделено наблюдениям за азовками в период их наибольшей уязвимости (сезон осенней миграции (октябрь—ноябрь), размножения (июнь—август), нагула и подготовки к осенней миграции (сентябрь)). Контролируемые параметры: видовой состав; численность особей; поведение особей; оценка численности и закономерностей распределения популяций.

*Производственный экологический мониторинг при возникновении аварийных ситуаций в период строительства объекта.* При возникновении аварийной ситуации проводятся дополнительные исследования атмосферного воздуха, поверхностных вод, донных отложений, почвенного покрова, наблюдения за состоянием морских млекопитающих, орнитофауны, животного мира, растительного покрова в зоне аварийного воздействия по расширенной программе, включающей в себя увеличение количества параметров мониторинга, уменьшение интервала времени между измерениями. Опробование проводится до, во время и после ликвидации аварии.

*В период эксплуатации объекта* производственный экологический контроль, согласно проекту оценки воздействия на окружающую среду, включает в себя проведение

следующих мероприятий:

*Мониторинг ОЭПП.* Зоны мониторинга опасных экзогенных геологических процессов и явлений расположены по береговым линиям Керченского п-ова, по береговой линии Таманского п-ова и о. Тузла (ширина зоны наблюдения не менее 10 м от границы береговой линии). Предусмотрены наблюдения по границе землеотвода с учётом буферной зоны не менее 3 м. Периодичность проведения наблюдений — 2 раза в год, в осеннее и весеннее время, в первые 5 (пять) лет эксплуатации. Зоны проведения наблюдений опасных экзогенных геологических процессов подводных участков расположены вдоль трассы объекта с учётом буферной зоны не менее 50 м по обе стороны от объекта, включая прибрежную зону о. Тузла, Керченского п-ова и п-ова Тамань.

*Мониторинг физических воздействий.* Предусмотрен мониторинг шумового и вибрационного воздействия в 6 точках контроля уровня шума: 2 точки расположены в непосредственной близости к жилой застройке г. Керчь; 1 точка — в районе расположения памятника «Комплекс сооружений «Керченской крепости»; 3 точки — на Таманском п-ове по границе «Запорожско-Таманского» заказника вокруг акватории оз. Тузла. Точка контроля вибрации расположена в районе памятника «Комплекс сооружений «Керченской крепости». Периодичность наблюдений — 2 раза в год в первые 5 (пять) лет эксплуатации.

*Мониторинг почвенного покрова* запланирован в 11 точках отбора проб почвы. Периодичность отбора проб — 1 раз в год, ежегодно, в первые пять лет эксплуатации. Перечень контролируемых параметров аналогичен перечню параметров, контролируемых в отобранных образцах почвенного покрова при строительстве объекта.

*Мониторинг атмосферного воздуха.* Перечень контролируемых параметров: оксид азота, диоксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества, сажа, бенз(а)пирен. Параллельно с отбором проб атмосферного воздуха проводятся замеры метеопараметров (скорость и направление ветра, температура, влажность воздуха, давление). Предусмотрено

6 площадок отбора проб (2 площадки в районе жилой застройки г. Керчь, 1 площадка в районе расположения памятника «Комплекс сооружений «Керченской крепости», 3 площадки на Таманском п-ове по границам заказника регионального значения «Запорожско-Таманского» вокруг акватории оз. Тузла). Периодичность наблюдений — 2 раза в год в первые пять лет эксплуатации.

*Мониторинг поверхностных вод и донных отложений* Керченского пролива. В рамках проведения наблюдений за качеством поверхностных вод и донных отложений в акватории Керченского пролива установлено 36 контрольных створов в коридоре трассы. Периодичность отбора проб поверхностных вод и донных отложений — 1 раз в год, ежегодно, в первые пять лет эксплуатации. Перечень контролируемых параметров аналогичен перечню параметров, контролируемых при строительстве объекта.

*Мониторинг сточных вод* предусматривает контроль качества сточных вод, поверхностных вод и донных отложений в районах водовыпусков очищенных сточных вод. Анализ сточных во всех колодцах производится по компонентам: взвешенные вещества, нефтепродукты, а также микробиологические, санитарно-паразитологические показатели. Отбор проб производится из контрольных колодцев очистных сооружений. Периодичность отбора проб в первые 2 года эксплуатации — ежемесячно, в последующие годы в основные фазы водного режима — два раза в год. Мониторинг поверхностных вод и донных отложений в районах водовыпусков очищенных сточных вод на период эксплуатации объекта предусмотрен в 19 точках контроля. Перечень контролируемых параметров аналогичен перечню параметров, контролируемых при строительстве объекта. Периодичность контроля поверхностных вод и донных отложений в районах водовыпусков сточных вод — в первые 2 года эксплуатации — ежемесячно, в последующие годы в основные фазы водного режима — 2 раза в год.

*Мониторинг растительного покрова.* Зоны исследований растительного покрова включают в себя границы территорий землеотвода (с буферной зоной 10—15 м) на Та-



манском п-ове, о. Тузла и Керченском п-ове. Периодичность исследований — май—июнь и октябрь—ноябрь — 2 раза в год, ежегодно, в первые пять лет эксплуатации. Перечень контролируемых параметров аналогичен перечню параметров, контролируемых при строительстве объекта.

*Мониторинг животного мира.* Зоны мониторинга животного мира включают в себя исследования в границах землеотвода на период эксплуатации (с буферной зоной не менее 10 м) на Таманском п-ове, о. Тузла и Керченском п-ове. Периодичность наблюдений — 2 раза в год (май—июнь; сентябрь—октябрь), ежегодно, в первые пять лет эксплуатации. Перечень контролируемых параметров аналогичен перечню параметров, контролируемых при строительстве объекта.

*Мониторинг орнитофауны.* Стационарные наблюдения проводятся с крайних точек с использованием оптических приборов (высокий берег у основания косы, крайняя точка косы Тузла, о. Тузла, западная оконечность косы Чушка, Крымский п-ов). Мониторинг орнитофауны проводится в границах землеотвода (с буферной зоной не менее 15 м) на Таманском п-ове, о. Тузла и Керченском п-ове. При мониторинге орнитофауны морской части наблюдения проводятся в 1000 метровом коридоре (500 м влево и вправо от трассы перехода) с использованием маломерного судна. Периодичность проведения наблюдений — ежемесячно в первые пять лет эксплуатации.

*Мониторинг поверхностных вод и донных отложений озёр и лиманов.* Мониторинг поверхностных вод и донных отложений рекомендуется проводить в трех точках отбора проб: 1 точка отбора проб расположена на Таманском п-ове в акватории оз. Тузла; 2 точ-

ки контроля поверхностных вод лиманов расположены на о. Тузла. Периодичность отбора проб поверхностных вод и донных отложений — 1 раз в год. Перечень контролируемых параметров аналогичен перечню параметров, контролируемых при строительстве объекта.

*Производственный экологический мониторинг при возникновении аварийных ситуаций в период эксплуатации объекта.* Выполняется оперативное внеплановое обследование. Обследование сопровождается измерениями экологических параметров (атмосферного воздуха, поверхностных вод и донных отложений) в зоне аварийного воздействия по расширенной программе, включающей в себя увеличение количества параметров мониторинга, уменьшение интервала времени между измерениями. Опробование проводится до и после ликвидации аварии.

Таким образом, проведение производственного экологического контроля на подготовительном и основном этапе строительства транспортного перехода через Керченский пролив, а также в период эксплуатации объекта позволит соблюсти требования природоохранного законодательства и обеспечить выполнение в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов.

Комплекс мероприятий проводимых в рамках мониторинга обеспечит полноту, достоверность и оперативность информации об экологическом состоянии как в зоне строительства объекта, так и в зоне его влияния для принятия управленческих решений по снижению или ликвидации негативных воздействий на окружающую природную среду.

## Литература

Журнал учёта мнений и пожеланий по рассмотрению технического задания и предварительной оценки воздействия на окружающую среду по объекту «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив», г. Керчь.

**Изотов И.** Проект Керченского моста направлен на экспертизу // Российская газета. № 128. 30.06.2015. С. 2.

Проектная документация «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив».

Результаты общественных обсуждений (в форме слушаний) материалов по оценке воздействия на окружающую среду объекта: «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив», состоявшиеся 31.08.2015 в г. Керчь.

Сытник Н.А. Охрана окружающей среды и водных биоресурсов при строительстве транспортного перехода через Керченский пролив // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов. V Балтийский морской форум: тр. Всерос. науч. конф. Калининград, 2017. С. 210—215.

УДК 639.3.39

## ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛОМЕТРИЧЕСКОГО РОСТА ПЛОСКОЙ УСТРИЦЫ (*OSTREA EDULIS*, LINNAEUS (1758)) В ОНТОГЕНЕЗЕ

Н.А. Сытник, Т.В. Полякова

Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия

E-mail: amtek-kerch@mail.ru

Вторая половина XX в. ознаменовалась весьма существенной трансформацией экосистемы Чёрного моря, связанной, в первую очередь, с интенсификацией хозяйственной деятельности в этом регионе (Зайцев, 1998). Одним из наиболее ценных представителей черноморской малакофауны, в значительной степени потерявшей своё промысловое значение, явилась плоская (европейская или грядовая) устрица — *Ostrea edulis* L. До середины прошлого века этот вид был широко распространён в шельфовой зоне моря. Однако, вследствие загрязнения прибрежных вод токсикантами, эвтрофикации и возникшего на этом фоне грибкового заболевания (болезнь раковины) во второй половине XX в. произошло резкое сокращение численности и ареала этого вида (Кракатица, 1979), что обусловило необходимость работ по его искусственному воспроизводству.

С 1980-х гг. и до настоящего время работы по марикультуре плоской устрицы в Чёрном море были, в основном, сосредоточены на ранних стадиях онтогенеза: массовое получение личинок и молоди этого вида в искусственных условиях (Хребтова, 1986; Монин, 1990; Холодов, Пиркова, Ладыгин, 2010). Очевидно, что при разработке биотехнологии выращивания устриц большое значение имеют эколого-физиологические исследования не только ранних, но и последующих стадий онтогенеза. Это обусловлено необходимостью оптимизации процесса выращивания полученного в искусственных условиях спата устриц до промысловых размеров и формирования маточных стад, поскольку только наличие в популяции половозрелых организмов может обеспечить воспроизводство данного вида.

Известно, что рост различных видов двустворчатых моллюсков связан с изменением трёх размеров — высоты, длины, высоты (толщины). В связи с этим представляло интерес охарактеризовать сопряжённое изменение этих показателей, а также оценить взаимосвязь линейных и весовых соотношений у исследуемого вида устриц. Такие исследования представляют определённый теоретический интерес для понимания приспособительного значения формы раковины в различных экологических условиях (Алимов, 1981).

В настоящее время существует большое число работ, посвящённых различным аспектам роста плоских устриц (Кракатица, 1968; Золотницкий, 1988; Carnegie, Barber, 2001; Silva, Villalba, Fuentes, 2003). Очевидно, что в рамках настоящей работы мы ограничимся лишь вопросами аллометрии, характерными для данного вида моллюсков.

Связь между различными частями тела устрицы аппроксимировали степенной функцией (1):

$$Y = a \cdot X^b, \quad (1)$$

где  $a$  — коэффициент пропорциональности при  $X = 1$ ;  $b$  — коэффициент регрессии (тангенс угла наклона при выражении этого уравнения в двойной логарифмической системе координат).

Анализ сопряжённых изменений длины и высоты раковин, взятых у разноразмерных устриц, показал (рис. 1, кривая 1), что связь между этими показателями хорошо описывается степенной функцией (2):

$$L = 1,738 \cdot H^{0,834}, r = 0,95. \quad (2) \quad \text{шим уравнением (3):}$$

Из приведённого уравнения (2) и рис. 1 (кривая 1) видно, что рост раковины в длину отставал от роста устриц в высоту, поскольку коэффициент регрессии в нем заметно меньше единицы — 0,834.

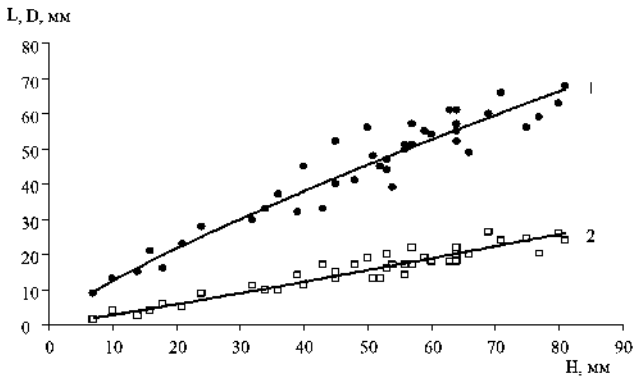


Рис. 1. Зависимость длины (1) и толщины (2) от высоты (H) раковины у черноморской устрицы из лим. Донузлав

Эти данные подтверждают ранее полученные материалы тела (Зайцев, 1998; Рауков, Огос, 2007), что высота является более информативным показателем, чем длина устриц. Поэтому в дальнейшем анализе данных мы использовали высоту моллюсков.

В связи с этим представляло интерес сопоставить полученные данные с материалами, собранными в других районах моря. Достаточно детальный анализ аллометрии устриц приведён лишь в работах Т.Ф. Каракатица (1976) и Т.Ф. Каракатица и А.Г. Патлай (1975) для заливов северо-западной части Чёрного моря. В связи с этим, полученные нами данные мы будем сопоставлять с материалами этих авторов.

Анализ показал, что в лим. Донузлав рост раковины в высоту происходит интенсивнее, чем у устриц северо-запада. В частности, в Егорлыцком заливе у устриц с близкой длиной и пределами размерного ряда коэффициент регрессии в аналогичном уравнении составлял 0,910, в Каркинитском — 0,971 и практически такой же в Джарылгачском заливе — 0,977 (Каракатица, 1976; Каракатица, Патлай, 1975).

Связь высоты с толщины (ширины) раковины у устриц лим. Донузлав была заметно иной (рис. 1, кривая 2), и выражалась следую-

$$D = 0,224 \cdot H^{1,086}, r = 0,93. \quad (3)$$

Из уравнения (3) видно, рост раковины устриц в ширину заметно опережал её рост в высоту. Сопоставление наших данных с материалами, полученными на устрицах из заливов северо-западной части Чёрного моря показало, что коэффициент регрессии в уравнении (3) в этих районах был заметно выше и варьировал в пределах 1,158—1,225 (Каракатица, 1976; Каракатица, Патлай, 1975).

Характерно, что коэффициент пропорциональности в уравнении для моллюсков из этих заливов был существенно ниже (0,108—0,150), чем в лим. Донузлав.

Таким образом, независимо от района в процессе онтогенеза рост устриц в высоту проходил интенсивнее, чем в длину, при параллельном возрастании ширины раковины. В то же время, по сравнению с моллюсками заливов северо-западной части Чёрного моря, в лим. Донузлав рост устриц в высоту происходил более интенсивно, чем в длину, но в то же время сопровождался меньшей интенсивностью роста в толщину. Вероятно, это обусловлено разными экологическими условиями указанных районов (температурой, солёностью, трофической базой).

Представляет интерес остановиться на вопросе соотношения массы левой (нижней) и правой (верхней) створок данного вида моллюска (рис. 2). Изучению этого вопроса у черноморской устрицы уделялось мало внимания, нам известна только одна работа, посвящённая изменению соотношения левой и правой створок (Козинцев, 1989). Вместе с тем, этот вопрос представляет несомненный интерес в связи оценкой физиологического состояния моллюсков, в частности, для характеристики явления флуктуирующей асимметрии моллюсков.

Анализ показал, что масса левой и правой створки описывается аллометрическим уравнением (рис. 2), имеющим вид (4), (5):

$$W_{лб} = 0,612 \cdot W^{1,037}, r = 0,98, \quad (4)$$

$$W_{пр} = 0,368 \cdot W^{0,94}, r = 0,96. \quad (5)$$

Из приведённых на рис. 2 данных вид-

но, что в процессе роста моллюсков изменение массы левой (нижней) створки характеризуется слабо выраженной положительной аллометрией (практически в линейной зависимости от суммарной массы раковины), тогда как скорость роста массы правой (верхней) створки по сравнению с массой всей раковины замедляется.

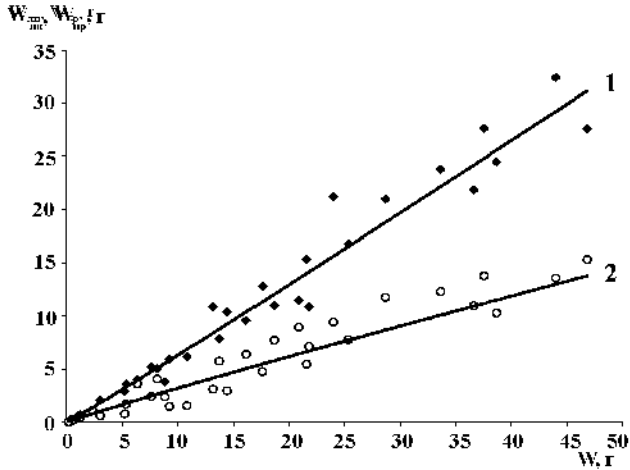


Рис. 2. Зависимость между массой левой (1,  $W_{лв}$ ) и правой (2,  $W_{пр}$ ) створок от массы целой раковины ( $W$ )

Параллельно с размерными характеристиками нами были изучены размерно-массовые соотношения устриц данного водоёма. Статистический анализ показал, что, как и у других видов моллюсков, связь высоты с массой у устриц описывалась уравнением параболы (рис. 3). В численном виде уравнение имело следующий вид (6):

$$W = 6,9 \cdot 10^{-4} \cdot H^{2,62}, r = 0,98. \quad (6)$$

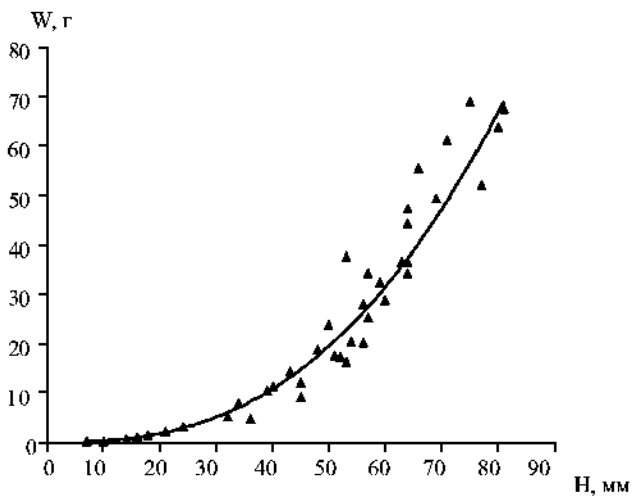


Рис. 3. Зависимость общей массы ( $W$ ) от высоты ( $H$ ) в процессе роста черноморской устрицы из лим. Донузлав

Из уравнения (6) видно, что имеет место отчётливо выраженная отрицательная аллометрия — с возрастом рост индивидуальной массы моллюсков все больше отстаёт от роста в высоту. Весьма близкий характер этой зависимости у черноморских устриц наблюдался в заливах северо-западной части Чёрного моря — тангенс угла наклона в них варьировал в пределах 2,554—2,739 (Каракатица, 1976, 1979, 1968).

Для изучения продукционных процессов и анализа потоков вещества и энергии в популяциях гидробионтов большой интерес представляют данные по изменению массы раковины и удельному весу мягких тканей (соматической и генеративной) этого вида.

Анализ показал, что зависимость массы раковины от массы всего моллюска уравнением степенной функции (рис. 4, кривая 1) (7):

$$W_r = 0,652 \cdot W^{1,022}, r = 0,98. \quad (7)$$

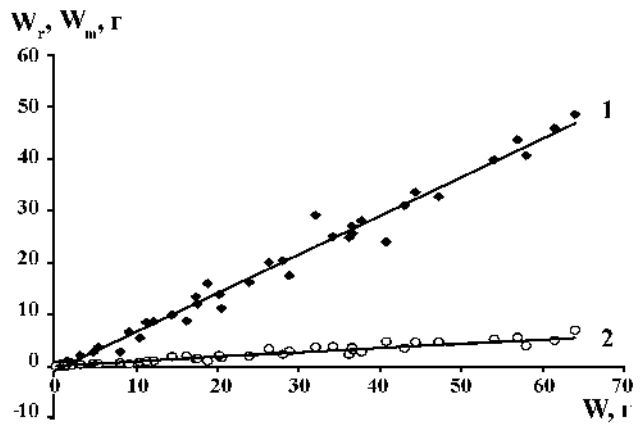


Рис. 4. Зависимости массы раковины (1) и мягких тканей (2) от общей массы черноморской устрицы из лим. Донузлав

В работах (Каракатица, 1976, 1979, 1968) показаны более высокие значения коэффициента регрессии — 1,074. Это указывает на то, что относительная скорость роста массы раковины устриц из лим. Донузлав несколько ниже, чем в заливах северо-западной части Чёрного моря.

Поскольку коэффициент регрессии незначительно отличается от единицы зависимость между этими показателями можно выразить более простым линейным уравнением (8):

$$W_r = 0,749 \cdot W^{-0,806}, r = 0,98 \quad (8)$$

В то же время удельный вес мягких тканей относительно массы целого моллюска по мере увеличения размеров устриц имеет отчётливую тенденцию к снижению (рис. 4, кривая 2). В частности, связь этими показателями выражалась уравнением (9):

$$W_m = 0,116 \cdot W^{0,926}, r = 0,97 \quad (9).$$

Сопоставление этих данных с материалами Т.Ф. Кракатицы показывает, что в лим. Донузлав скорость снижения массы мяса практически, такая же, как и в заливах северо-западной части Чёрного моря, где коэффициент регрессии в аналогичном уравнении составлял 0,915—0,977.

Таким образом, в результате проведённой работы получены новые данные по относительному росту разных частей тела черноморской устрицы. Обнаружено, что в лим. Донузлав рост устриц в высоту происходит более интенсивно, а в ширину с меньшей

скоростью, чем у моллюсков из заливов северо-западной части Чёрного моря.

Скорость роста массы раковины у устриц лим. Донузлав ниже, чем моллюсков из указанных заливов, что, по-видимому, обусловлено более низкой солёностью вод Егорлыцкого и Тендровского заливов. Изменение массы мягких тканей в лим. Донузлав и указанных заливах имеет сходную тенденцию.

Полученные данные по относительному росту разных частей тела черноморской устрицы свидетельствуют, что в лим. Донузлав рост устриц в высоту происходит более интенсивно, а в ширину с меньшей скоростью, чем у моллюсков из заливов северо-западной части Чёрного моря. Скорость роста массы раковины у устриц лим. Донузлав несколько ниже, чем моллюсков из указанных заливов. Выявленные различия в относительном росте различных частей тела устриц в изученных районах могут быть обусловлены разными экологическими условиями этих акваторий.

### Литература

- Алимов А.Ф.** Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981.
- Зайцев Ю.П.** Морские гидробиологические исследования национальной академии наук Украины в 90-е годы XX столетия // Шельф и приморские водоёмы Чёрного моря // Гидробиол. журн. 1998. Т. 34, № 6. С. 3—21.
- Золотницкий А.П., Монин В.Л.** Рост спата черноморской устрицы, полученного в искусственных условиях // Рыбное хоз-во. 1988. № 9. С. 51—53.
- Козинцев А.Ф., Усс Ю.А., Нехорошев М.В.** Органическое вещество раковин черноморских устриц и устриц, их сходство и различие // Докл. АН УССР. 1989. №4. С. 62—65.
- Кракатица Т.Ф.** Биология черноморской устрицы *Ostrea edulis* в связи с вопросами её воспроизводства / Биол. осн. морс. аквакультуры. 1976. Вып. 2.
- Кракатица Т.Ф.** Опыт искусственного выращивания устриц в Егорлыцком заливе Чёрного моря // Гидробиол. журн. 1968. Т. 4. С. 34—38.
- Кракатица Т.Ф.** Рост черноморских устриц *Ostrea taurica* КРЫН. в садках опытного устричного хозяйства // Тр. АзЧерНИРО. 1968. Вып. 27. С. 112—120.
- Кракатица Т.Ф., Патлай А.Г.** Связь между весом и линейными размерами у черноморских устриц // Изв. АН СССР, сер. биол. 1975. № 3. Р. 428—438.
- Монин В.Л.** Биологические основы разведения черноморской устрицы *Ostrea edulis* L.: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь, 1990.
- Сытник Н.А.** Функциональная экология плоской устрицы *Ostrea edulis* L., 1758 (OSTREIDAE, BIVALVIA) Чёрного моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2015.
- Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В.** Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. Практическое руководство / Институт биологии южных морей НАНУ (ред. акад. В.Н. Еремеев). Севастополь, 2010.
- Хребтова Т.В.** Питание и пищевые потребности личинок промысловых моллюсков Чёрного моря в условиях культивирования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М, 1986.

**Carnegie R.B., Barber B.J.** Growth and mortality of *Ostrea edulis* at two sites on the Damariscotta river estuary, Maine, USA // World Aquacult. Soc. 2001. Vol. 32, № 2. P. 221—227.

**Cole H.A., Waugh G.D.** The problem of stunted growth in oysters // J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 1959. Vol. 24. P. 355—365.

**Raykov V., Oros A.** Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. New York: Unit. Nat. Publ., 2007.

**Silva P.M., Villalba A., Fuentes J.** Growth and mortality of different *Ostrea edulis* stocks cultured in the Ria de Arousa (Galicia, NW Spain) // J. Shellfish Res. 2003. Vol. 22, № 1. P. 326—332.

УДК 639.3.39

## ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ И МИДИЙ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

Н.А. Сытник, А.И. Черток, К.А. Белоус

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия*

E-mail: amtek-kerch@mail.ru

В настоящее время одной из наиболее важных задач, стоящих перед рыбохозяйственной наукой, является расширенное воспроизводство биологических ресурсов в пресных и морских водоёмах. Исходя из современного состояния и тенденций развития, получение необходимых биоресурсов из Мирового океана большинство учёных связывает с развитием аква- и марикультуры. Пятикратное увеличение масштабов культивирования гидробионтов за последние 25 лет, связано, в частности, и с промышленным культивированием моллюсков широко используемых не только для производства пищевой продукции, но и для изготовления препаратов лечебно-профилактического назначения.

Чёрное море по своему физико-географическому положению является одним из наиболее перспективных бассейнов для выращивания моллюсков. Благоприятные климатические условия, высокая трофность шельфовой зоны Чёрного моря и наличие естественных (природных) популяций этих организмов, обеспечивающих морские хозяйства посадочным материалом, в значительной степени, определяют повышенный интерес к проблеме промышленного выращивания морских гидробионтов. Следует отметить, что развитие промышленной марикультуры моллюсков в бывшем СССР началось в Чёрном море. Именно здесь в 1987 г. был создан производственный научно-технический центр (ПНТЦ) «Керчьмоллюск», с масштабами

выращивания 10 тыс. тонн мидий, а затем и другие марихозяйства. К сожалению, в связи с распадом СССР указанные работы были прекращены хотя для своего продолжения имелись все необходимые предпосылки. В настоящее время вновь возникла возможность возродить марикультуру моллюсков, и создание сети морских хозяйств (ферм) на Чёрном море может внести весомый вклад в решение продовольственной программы России.

Культивирование мидии отличается сравнительной простотой и не требует сложных гидробиотехнических сооружений. На основе исследований ЮгНИРО, проведённых в различных районах Чёрного моря, разработаны бионормативы промышленного выращивания мидий, оригинальные технические средства для сбора спата и выращивания мидии до товарного размера, а также разработана механизированная линия по первичной обработке коллекторов и моллюсков на судне (съём мидий с коллекторов, чистка, мойка, сортировка на размерные фракции).

Прежде чем создавать морскую ферму, необходимо выбрать место для её размещения. Выбираемый участок должен соответствовать ряду требований: океанологическим, биологическим, санитарным, экономическим, социально-административным. В противном случае дальнейшие усилия и финансовые затраты будут нецелесообразны.

Разработка биотехники искусственного воспроизводства моллюсков в первую очередь

основана на знании различных сторон экологии и физиологии мидий. Вместе с тем, при культивировании мидий очень важной проблемой является изучение естественной среды их обитания, особенно в условиях возрастающего антропогенного воздействия. В этой связи при выборе районов для размещения мидийных ферм необходимо учитывать величину и характер токсического загрязнения акватории.

Действие на мидий токсических веществ вызывает ослабление репродуктивной функции организма и влияет на полноценность потомства, изменение энергетического метаболизма, нарушение окислительно-восстановительных процессов, подавляет активность важнейших ферментов — дегидрогеназ, а также влияющих на липидный и углеводный обмен.

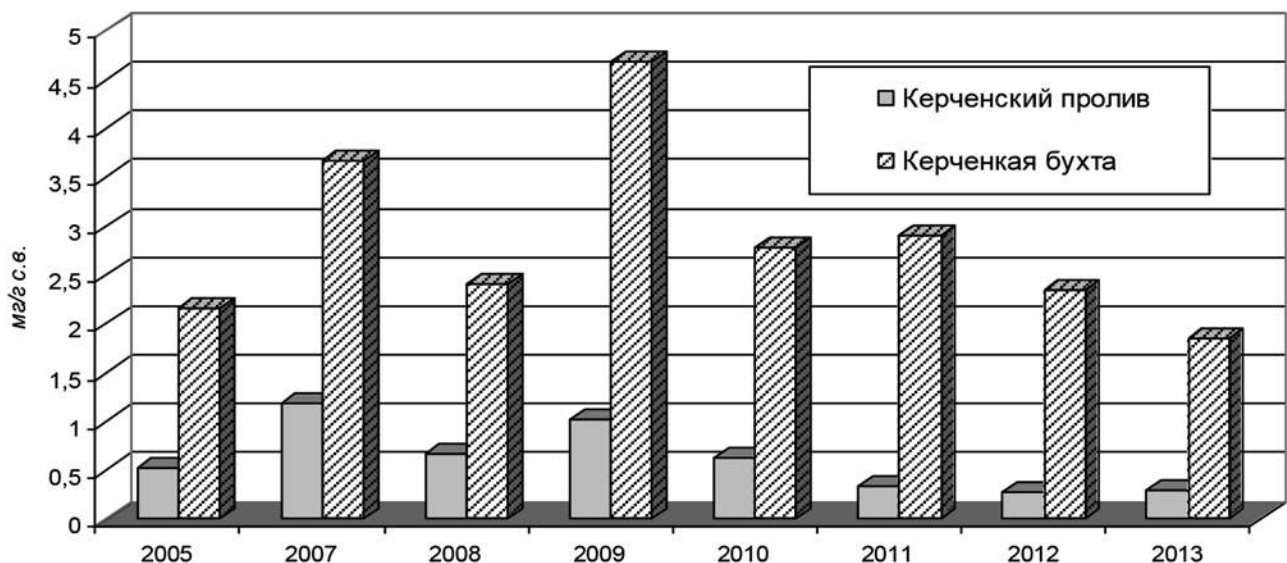
Всё это приводит к нарушению процессов жизнедеятельности, задержанию процессов оседания и снижению скорости роста личинок и спата. Имеются также сведения об аддитивном и синергетическом действии на мидии, где одновременно присутствуют различные токсиканты.

Основными токсикантами, влияющими на жизнедеятельность моллюсков, являются нефтеуглеводороды (НУ), соли тяжёлых металлов (ТМ), хлорорганические соединения (ХОС) и полихлорированные бифенилы (ПХБ). Исследования, проводимые на протяжении ряда лет в Керченском проливе и

предпроливье по определению токсичных веществ — нефтепродуктов, тяжёлых и переходных металлов, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в культивируемых мидиях и среде (вода, грунт), выявили наиболее характерные токсиканты, их сезонную динамику и характер распределения на акватории.

Содержание нефтепродуктов. Для химико-токсикологической характеристики черноморских экосистем основным показателем загрязнения принято считать содержание нефтепродуктов в воде и донных отложениях. Для Керченского пролива эти оценки стали особо актуальными после аварии танкера в ноябре 2007 г. Спустя 10 дней после аварии значительного повышения уровня загрязнения водных масс в южной части пролива не наблюдалось. К февралю 2008 г. содержание мало трансформированной фракции нефтеуглеводородов в воде увеличилось, и затем достигло максимума в сентябре-ноябре 2008 г. В период февраль 2008 г. — март 2009 г. уровень загрязнения придонного слоя воды был значительно выше, чем поверхностного. С марта 2009 г., их содержание устойчиво снижалось, и в сентябре был зафиксирован абсолютный минимум — 0,015—0,045 мг/л.

В донных отложениях резкое повышение содержания нелетучих компонентов нефти до максимальных величин наблюдалось к февралю 2008 г. В результате вторичного загрязнения водной среды в апреле 2008 г. кон-



Динамика содержания суммарных нефтепродуктов в донных отложениях Керченского пролива и Керченской бухты

центрация суммарных нефтепродуктов в донных осадках снизилась в среднем в 2 раза.

Результаты многолетних исследований ЮгНИРО уровня загрязнения морской среды Азово-Черноморского бассейна представлены графически (см. рисунок).

В свете полученных материалов представляет интерес анализ содержания и величина накопления ТМ, ХОС и ПХБ в воде и мидиях в районах предполагаемого строительства мидийного хозяйства — в северо-восточной части Чёрного моря.

Физиологическое состояние мидий определяет различный микроэлементный состав их мягких тканей. Однако эти изменения происходят на фоне более существенных различий состава воды, что в значительной степени сказывается на количестве микроэлементов в мидиях. Для меди, цинка, хрома наблюдается повышение концентрации в мягких тканях мидий 2 раза в год — весной и осенью. Наибольшее количество тяжёлых металлов — Hg, Fe, Cd, Pb отмечено, в основном, весной. Сезонные максимумы содержания металлов в мидиях совпадают по времени с максимумами развития фитопланктона. Способность мидий аккумулировать Ni по-видимому, зависит от температуры воды. С повышением температуры среды увеличивается количество никеля в мягких тканях мидии.

Результаты исследований показывают, что концентрации токсичных веществ в воде и грунтах имеют тенденцию к снижению в южном направлении, и у м. Такиль их концентрации в подавляющем большинстве ниже, чем у пос. Заветное или пос. Героевское.

Мидии, являющиеся индикаторами загрязнения среды, накапливают токсичные вещества в меньших количествах в районе

южнее м. Такиль и подтверждают вывод, что среда обитания для мидий с токсикологической точки зрения более благоприятная в южной части Керченского пролива. Наибольшее количество ртути, железа, кадмия, свинца отмечено только весной. Сезонные изменения содержания металлов в мидиях совпадают по времени с максимумами развития фитопланктона.

В целом, максимальные концентрации металлов в культивируемых мидиях Керченского пролива не превышают предельно-допустимых концентраций (ПДК), однако вызывает опасение содержание в мидиях ртути.

В некоторые годы в моллюсках отмечали её повышенные (выше ПДК) концентрации ХОС. Наибольшая концентрация ХОС в мягких тканях моллюсков приходится на май, перед их нерестом — 0,24 мкг/г.

Анализы, проведённые с применением современных методов исследования (атомно-абсорбционной и инфракрасной спектрофотометрии, газовой хроматографии) показали, что в целом содержание ХОС не превышает предельно-допустимых концентраций.

Содержание полихлорированных бифенилов (ПХБ) в тёплые месяцы — май, июнь, сентябрь — колеблется примерно в пределах 0,06—0,07 мкг/г, затем снижается в октябре. Также в осенние месяцы наблюдали снижение суммарного количества  $\Sigma$ ХОС в тканях мидий. Частицы минеральной взвеси с адсорбированными на них тяжёлыми металлами и хлорорганическими соединениями попадают в желудок моллюсков. В процессе отсадки мидии освобождаются от минеральных частиц, в результате чего в мягких тканях мидий заметно снижается содержание указанных веществ. Результаты представлены в табл 1.

Таблица 1

Среднее содержание тяжёлых металлов (ТМ) и хлорорганических соединений (ХОС) в тканях мидий Керченского пролива

Состояние мидий	Вещество					
	H <sub>2</sub> O, %	Fe	Cu	Pb	Cd	$\Sigma$ ХОС
Мидии без отсадки	60,05	27,66	1,69	0,19	0,47	0,057
Мидии после отсадки	81,88	21,43	1,30	0,16	0,37	0,033
Мидии, бланшированные, без отсадки	71,30	21,30	1,40	0,28	0,28	0,132
Мидии, бланшированные, с отсадкой	71,15	20,44	1,81	0,15	0,36	0,055



В тканях мидий, прошедших отсадку, содержание исследуемых веществ значительно ниже, чем до отсадки. В этой связи необходимо включить этот процесс в технологическую линию их переработки при выпуске пищевой продукции.

Химико-токсикологическое состояние морской среды и мидий Керченского предпроливья Чёрного моря. Одной из важнейших задач, получаемой при культивировании моллюсков, является получение экологически чистого сырья используемых для пищевых и медицинских целей, что зависит прежде всего от естественной среды их обитаний, особенно в условиях возраставшего антропогенного воздействия. В этой связи становится необходимым постоянный контроль за уровнем содержания токсичных веществ в среде (морская вода, донные отложения) и соответственно в самих мидиях. Были исследованы районы м. Чауда, пос. Черноморское, с. Кыз-Аул, м. Опук. В вышеуказанных районах определяли наиболее токсичные металлы — ртуть, мышьяк, медь, свинец, кадмий, хром, цинк, хлорорганические соединения — ДДТ и его метаболиты,  $\alpha$ -,  $\gamma$ -ГХЦГ, полихлорированные

бифенилы (ПХБ), нефтепродукты (НУ).

Концентрации исследуемых тяжёлых металлов в морской воде в основном не превышали ПДК для рыбохозяйственных водоёмов. Исключения составили районы м. Опук, с. Кыз-Аул, где количества ртути в воде в сентябре текущего года составили 1,6 и 2,9 ПДК, соответственно, и районы м. Чауда, где содержание хрома превышало ПДК в 1,65 раз. Следует также отметить район с. Черноморское, в воде которого также в сентябре концентрация меди несколько превысило ПДК — 5,39 мкг/л (табл. 2).

Во всех исследуемых районах кадмий присутствует в минимальных количествах от 0 до 0,03 мкг/л. Наименьшим образом загрязнены ртутью районы м. Чауда, пос. Черноморское, мышьяком — м. Чауда, м. Кыз-Аул, медью — м. Чауда, свинцом — м. Чауда, г. Опук. В табл. 3 представлены данные по содержанию тяжёлых металлов в донных отложениях исследуемых районов.

В связи с тем, что для донных отложений отсутствуют предельно допустимые концентрации, сравнения содержаний в них тяжёлых металлов производилось с геохимическим фо-

Таблица 2

Концентрация токсичных металлов в морской воде в районе Керченского предпроливья Чёрного моря

Район работ	Тяжёлые металлы					
	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Cr
м. Чауда	0,03	0,02	0,37	0,66	0,01	1,65
пос. Черноморское	0,02	0,22	2,68	0,92	следы	0,59
пос. Черноморское	0,08	0,07	5,39	1,27	0,03	0,87
г. Опук	0,01	0,13	1,11	0,87	0,01	0,59
г. Опук	0,16	0,06	3,64	0,79	0,02	0,82
с. Кыз-Аул	0,02	0,03	1,73	1,33	следы	0,96
с. Кыз-Аул	0,29	0,05	4,06	0,89	0,02	0,68
ПДК	0,1	10,0	5,0	10,0	10,0	1,0

Таблица 3

Содержание токсичных веществ в донных отложениях в районе Керченского предпроливья Чёрного моря

Район работ	Тяжёлые металлы					
	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Cr
м. Чауда	0,21	19,24	3,53	8,16	0,05	10,26
пос. Черноморское	0,03	14,44	3,78	7,99	0,002	7,87
м. Опук	0,04	9,65	1,62	2,13	0,001	9,93
с. Кыз-Аул	0,06	13,98	6,94	11,44	0,09	22,19
Геохимический фон	0,9	11	40	20	0,3	84

ном, характерным для Чёрного моря. Сравнение полученных результатов показывает, что наименее загрязнены тяжёлыми металлами донные отложения в районе м. Опук, в большей степени районы м. Чауда и м. Кыз-Аул.

В мягких тканях моллюсков преобладающим элементом является цинк (табл. 4). В минимальных количествах представлена ртуть, пределы изменений концентраций которой в мягких тканях мидий из всех районов невелики и составили 0,01—0,05 мкг/г сырого вещества. Содержание свинца в мягких тканях моллюсков из всех районов варьирует в незначительных пределах — 0,07—0,13 мкг/г сырого вещества. Наибольшее количество ртути — 0,05 мкг/г определено в мидиях из района с. Кыз-Аул.

По максимальному содержанию в моллюсках мышьяка, меди выделяются районы м. Кыз-Аул, м. Чауда, кадмия — м. Чауда, г. Опук, цинка — пос. Черноморское, м. Чауда. Таким образом, в целом, по большинству тяжёлых металлов, в наибольших количествах, определённых в мягких тканях выделился

район м. Чауда (табл. 4). Следует также подчеркнуть общую для всех районов закономерность: мидии, живущие на больших глубинах, содержат исследуемых металлов больше, чем мелководные. Концентрации тяжёлых металлов в мягких тканях моллюсков значительно ниже ПДК.

Санитарно-бактериологическое состояние морской воды и моллюсков является важнейшей характеристикой акватории, предназначенной для культивирования. Многолетний анализ микробиологических проб воды и моллюсков, проводимый с 1980 по 2006 г. указывает на удовлетворительное санитарное состояние исследуемых акваторий Керченского пролива и предпроливья, где проводилось выращивание мидий.

Исследование сапрофитной (мезофильной и психрофильной), санитарно-показательной, патогенной и условно патогенной микрофлоры не выявили сколько-нибудь существенной контаминации, превышающей предельно допустимые концентрации микроорганизмов для принятых санитарно-ги-

Таблица 4

Содержание тяжёлых металлов в мягких тканях мидий Керченского предпроливья Чёрного моря, мкг/г сырого вещества

Район работ	Тяжёлые металлы					
	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn
пос. Черноморское	0,02	0,03	0,69	0,10	0,07	51,89
пос. Черноморское	0,02	0,06	1,29	0,09	0,07	36,94
г. Опук	0,01	0,02	0,95	0,07	0,35	8,25
г. Опук	0,01	0,06	1,39	0,13	0,17	43,55
с. Кыз-Аул	0,05	0,05	1,40	0,11	0,002	35,54
с. Кыз-Аул	0,01	0,11	1,25	0,10	0,04	28,81
м. Чауда	0,03	0,10	1,64	0,09	0,25	52,52
ПДК	0,2	2,0	30,0	10,0	2,0	200

Таблица 5

Основные санитарно-микробиологические показатели морской воды Керченского пролива в районах установки мидийных плантаций

Время исследования	Кол-во аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов ( $M \pm m$ ), кд/мл		Проб с коли-индексом:	
	Мезофильных	Психрофильных	Менее 4,5	от 4,5 по 60*
Зимние месяцы	72,5 ± 32,7	483 ± 116,7	56,2	43,8
Март	120 ± 26,3	2981,3 ± 391,8	50,0	50,0
Апрель	108,2 ± 3,8	1114,3 ± 292,9	14,3	85,7
Май	130,3 ± 50,9	1043,3 ± 108,8	11,1	88,9
Июнь	853,0 ± 325,2	2414,0 ± 701,7	20,0	80,0
Август	860,0 ± 81,5	2872,5 ± 524,1	18,2	81,8

гигиенических норм в Минздраве РФ.

На протяжении всего периода исследований в районах мидиевых плантаций патогенной микрофлоры (сальмонелл, шигелл, стафилококков, паразитических, альгинолитических, неаглотинирующих и холерных вибрионов) не обнаружено (см. табл. 5). В зимнее время участки для культивирования мидии можно охарактеризовать как ксеносапробные, тогда как в остальные месяцы года — олигосапробные. Практически на протяжении всего года имеет место заметное превалирование автохтонных микроорганизмов над бактериями теригенового (антропогенного) происхождения.

В частности, количество психрофильных и психротолерантных морских микробов, как правило, в 6 раз и более превышало число мезофильных аллохтонных организмов. Эти данные свидетельствуют о том, что в воде пролива идут микробиологические процессы, связанные с деструкцией и минерализацией органического вещества. Это является важным фактором самоочищения морской воды от антропогенного загрязнения.

Анализ такого важнейшего показателя как коли-индекс показал, что даже в наиболее благоприятный для размножения бактерий период года — летом, величина его не превышала 60 кл/мл. Фекальных кишечных палочек (ФКП) в районах расположения плантаций не обнаружено. Как известно, наиболее надёжным показателем санитарного благополучия (или неблагополучия) районов культиви-

рования является присутствие энтерококков, в частности фекального стрептококка (ФС), который обладает большой устойчивостью к абиотическим факторам среды. Полученные данные свидетельствуют, что ФС в единичных случаях присутствуют в воде в летний период, однако индекс их был невысок и, как правило, не превышал 23 кл/мл.

Выводы. Проанализирована токсикологическая и санитарно-бактериологическая (включая паразитологическое состояние моллюсков) характеристика мидий и морской воды в районах выращивания. Содержание и величина накопления в воде и донных отложениях, а также в мягких тканях мидий заметно варьировало в зависимости от сезонов года, но в целом, содержание токсикантов находится в пределах, характерных для Чёрного моря и не превышает их ПДК в мягких тканях мидий.

В районах мидиевых плантаций патогенной микрофлоры не обнаружено.

Не обнаружены и наиболее опасные для мидий паразиты — партениты трематод (*Proctoeces maculatus*) и микроспоридий (*Diphtheroastomum*). Обычно в мидиях встречаются комменсалы: инфузории (*Ancistrum*) и губки (*Cliona*), которые не оказывают патогенного влияния на жизнедеятельность моллюсков.

Таким образом, исследуемые районы (южная часть Керченского пролива и предпроливье) по своему экологическому состоянию можно рекомендовать для размещения марихозяйств по культивированию моллюсков.

### Литература

**Заремба Н.Б.** Изменение фитопланктонного сообщества в южной части Керченского пролива в осенний период 2003—2008 гг. // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. Керчь: ЮгНИРО, 2011. Т. 49. С. 72—77.

**Золотницкий А.П.** Биологические основы культивирования моллюсков в различных районах Чёрного моря: дис. ... д-ра биол. наук. Киев, 2004.

**Панов Б.Н.** Океанографические предпосылки размещения аквахозяйств в Чёрном море // Рыбохозяйственные исследования в Азово-Черноморском бассейне. М.: ВНИРО, 1987. С. 4—12.

Методические указания по определению загрязняющих веществ в морской воде на фоновом уровне. М.: ГОИН, 1979.

**Лабинская А.С.** Руководство по медицинской микробиологии. М.: Бином, 2010.

Паразиты комменсалы и болезни черноморской мидии / под ред. А.В. Гаевской. К.: Наук. думка, 1990.

УДК 595.76

**ВОДНЫЕ ЖУКИ (INSECTA, COLEOPTERA) ЖОНГАР-АЛАТАУСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА**

И.И. Темрешев

РГП Институт зоологии КН МОН РК, г. Алматы, Республика Казахстан

E-mail: temreshev76@mail.ru

Жонгар-Алатауский государственный национальный природный парк (ГНПП «Жонгар-Алатау») создан согласно Постановлению Правительства РК № 370 от 30 апреля 2010 г. Расположен в Аксуском, Саркандском и Алакольском районах Алматинской области Казахстана, большей частью на территории хребта Жетысу-Алатау (Джунгарский Алатау). Парк имеет 3 филиала — Саркандский, Лепсинский и Алакольский. Его общая площадь составляет 356,022 тыс. га. Был создан с целью сохранения биоразнообразия (в т.ч. генофонда глобально значимых дикоплодовых лесов) и естественных горных ландшафтов, имеющих особую экологическую, генетическую, историческую и эстетическую ценность. Хребет Жетысу-Алатау обладает широко разветвлённой речной сетью — Лепсы, Тентек, Аксу, Теректы, Кескентерек, Коксу, Осек, Борохудзир и др., и многочисленными озёрами — Жасылколь, Демекпе, Бесколь и др. Также всюду по его территории разбросаны мелкие постоянные и временные стоячие водоёмы — болота, пруды, старицы. Такое обилие водоёмов с разнообразными условиями подразумевает наличие богатой водной колеоптерофауны. Однако, в настоящее время имеются лишь отдельные сведения о видовом составе водных жесткокрылых ГНПП «Жонгар-Алатау» (Якобсон, 1905; Зинченко, 2011; Темрешев, 2015а).

При подготовке статьи были использованы материалы собственных сборов, проводившихся автором в 2004 г., а также в 2013—2016 гг. в ГНПП «Жонгар-Алатау» и сопредельных территориях. Кроме того, были обработаны сборы сотрудников Лепсинского филиала ГНПП «Жонгар-Алатау», и материалы из коллекционного фонда Института зоологии. При сборе материала применялись стандартные энтомологические методики — лов на свет, сбор водным сачком, воронковые ловушки, ручной сбор и т.п. Для диагностики видов и уточнения их распространения использовались определители и другие источники из списка использованной литературы (Якобсон, 1905; Конев, 1976; Ангус, 1984, 1985; Байтенов, 1974; Определитель ... , 2001; Лопатин, 2011; Беньковский, 2014; Зинченко, 2011, 2015; Темрешев, Есенбекова, 2013; Темрешев, Колов, Чильдебаев, 2014; Темрешев, 2012, 2014а, б, 2015а, б, в, 2016; Caldara, 2011, 2013; Jach, Kodada, Ciampor, 2006; Jach, Skale, 2015; Kodada, Jach, 2006; Mascagni, 2006; Mazzoldi, 2003; Nilsson, 2011; Nilsson, Hájek, 2017; Prokin, Litovkin, Jach, 2015; Przewoźny, 2017; Silfverberg, 2010; Vondel, 2003). Материал, собранный автором, хранится в личной коллекции. Места и даты сбора материала, список обследованных биотопов и фамилии сборщиков представлены в таблице.

Места сбора материала по водным жукам ГНПП «Жонгар-Алатау»

№ точки	Место	Биотоп	Дата	Коллектор
1	Панфиловский р-н, горы Бурхан-Сарытау, пойма р. Бурханка	В реке под камнями	12.08.2004	И.И. Темрешев
2	Панфиловский р-н, пойма р. Осек	В реке под камнями	13.08.2004	И.И. Темрешев
3	Панфиловский р-н, пойма р. Осек	Пойменный стоячий водоём	14.08.2004	И.И. Темрешев
4	Панфиловский р-н, пойма р. Кескентерек	В реке под камнями	17.08.2004	И.И. Темрешев

## Окончание таблицы

№ точки	Место	Биотоп	Дата	Коллектор
5	Аксуйский р-н, пойма р. Кок-Терек	В реке под камнями	21.08.2004	И.И. Темрешев
6	Саркандский р-н, окр. п. Сарканд, р. Сарканд	В заводи реки	27.07.2013	И.И. Темрешев
7	Саркандский р-н, окр. с. Тополевка, пойма р. Теректы	Пойменный стоячий водоём	8.08.2014	И.И. Темрешев
8	Лепсинский р-н, Чернореченский кордон	Верховое болото	27-28.05.2015	И.И. Темрешев
9	Лепсинский р-н, Чернореченский кордон, р. Черная	В заводи реки	17-18.07.2015	И.И. Темрешев
10	Саркандский р-н, окр. с. Тополевка, Осиновский кордон	В навозе	4.09.2015	И.И. Темрешев
11	Алакольский р-н, п. Кокжар, р. Сапаров ключ	В реке под камнями	15.07.2015	И.И. Темрешев
12	Кербулакский р-н, окр. п. Коксу, пойма р. Коксу	Пойменный стоячий водоём	4.08.2016	И.И. Темрешев
13	Алакольский р-н, п. Кокжар, р. Тентек	В заводи реки	14.07.2015	И.И. Темрешев
14	Алакольский р-н, п. Кокжар	На свет	15-16.07.2015	И.И. Темрешев
15	Алакольский р-н, п. Кокжар	В озере	14-16.07.2015	И.И. Темрешев
16	Алакольский р-н, п. Кокжар, р. Тентек	В заводи реки	16.07.2015	И.И. Темрешев
17	Лепсинский р-н, кордон Жаланаш	В реке под камнями	21.07.2015	И.И. Темрешев
18	Лепсинский р-н, кордон Жаланаш	На свет	22.07.2015	И.И. Темрешев
19	Джунгарский Алатау, хр. Коксу, пойма р. Коксу, 1 700 м над ур. м.	В навозе	16.05.2000	Е.В. Ишков
20	Джунгарский Алатау, хр. Токсанбай, р. Коксу	В реке	17.06.2000	Е.В. Ишков
21	Урджарский р-н, окр. Урджара, закреплённые пески	На свет	15.05.2001	Е.В. Ишков
22	Аксуйский р-н, пойма р. Аксу, у моста	—	14.06.2001	Е.В. Ишков
23	Джунгарский Алатау, п. Лепсинск, 1 200 м над ур. м	На свет	12.05.2006	Е.В. Ишков
24	Джунгарский Алатау, северо-восточные склоны, ельники, 1 365 м над ур. м.	—	31.05.2009	Е.В. Ишков
25	Панфиловский р-н, ручей Сарлытан, правый приток р. Борохузир	В реке под камнями	18.06.2011	Т.Н. Дуйсебаева
26	Кербулакский р-н, р. Биче	В реке	1.08.2013	О.Е. Лопатин
27	Лепсинский р-н, п. Лепсинск, р. Лепсы	В заводи реки	10.06.2015	Т. Гоахтиоров

В настоящее время для ГНПП «Жонгар-Алатау» выявлено 86 видов водных жуков, относящихся к 44 родам из 14 семейств. Список видов с примечаниями приводится ниже.

Семейство Haliplidae — Плавунчики

*Haliplus laminatus* (SCHALLER, 1783). 1 ♂ 1 ♀ — 8. Не указан в каталоге Палеарктики (Vondel, 2003) для Казахстана, был найден на юге страны (Темрешев, Есенбекова, 2013; Темрешев, 2015а, 2017).

*H. sibiricus* MOTSCHULSKY, 1860. 2 ♂ — 7; 1 ♂ 1 ♀ — 8; 1 ♂ 2 ♀ — 12.

*Peltodytes caesus* DUFTSCHMID, 1805. 1 ♀ — 7; 1 ♂ 1 ♀ — 8.

Семейство Noteridae — Толстоусы

*Noterus crassicornis* (O.F. MÜLLER, 1776). 2 ♂ 1 ♀ — 7; 2 ♀ — 8.

*N. clavicornis* (DE GEER, 1774). 1 ♂ 1 ♀ — 3; 1 ♂ — 11. Не указан для Казахстана в Мировом каталоге толстоусов (NILSSON, 2011), но был отмечен для центра, юга и юго-востока страны (Конев, 1976; Темрешев, Есенбекова, 2013; Темрешев, 2014а, б, 2015а, б, 2016).

Семейство Dytiscidae — Плавунцы

*Acilius canaliculatus* NICOLAI, 1822. 1 ♀ — 7; 1 ♀ 1 ♂ — 8.

*Agabus basalis* GEBLER, 1829. 1 ♀ — 2; 1 ♀ 1 ♂ — 4; 1 ♂ — 25; 1 ♂ — 7; 2 ♀ — 8.

*A. biguttatus* OLIVIER, 1795. 1 ♀ 2 ♂ — 16.

*A. bipustulatus* LINNAEUS, 1767. 1 ♂ 1 ♀ — 2; 1 ♂ — 4; 1 ♂ 1 ♀ — 25; 2 ♀ — 9.

*A. dichrous* (SHARP, 1878). 2 ♂ — 2; 1 ♂ 1 ♀ — 4; 1 ♀ — 7; 1 ♂ 2 ♀ — 11.

*Bidessus nasutus* SHARP, 1877. 1 ♂ 1 ♀ — 8; 3 ♂ 2 ♀ — 9; 5 ♂ 2 ♀ — 12.

*Colymbetes semenowi* JAKOVLEV, 1896. 1 ♂ — 7; 1 ♂ 1 ♀ — 8.

*C. striatus* LINNAEUS, 1758. 1 экз. ♀ — 3; 2 ♂ 1 ♀ — 6.

*Cybister lateralimarginalis* DE GEER, 1774. 1 ♀ 1 ♂ — 3.

*Dytiscus marginalis* LINNAEUS, 1758. 1 ♂, 2 L7, 1 L6 — 27; 1 ♀ 1 ♂ — 3; 2 ♂ — 6; 2 ♂ 1 ♀ — 3; 2 L7, 2 ♂ 1 ♀ — 15.

*D. circumflexus* FABRICIUS, 1801. 3 ♂ 8 ♀ — 15.

*Graphoderus cinereus* (LINNAEUS, 1758). 1 ♂ 1 ♀ — 14.

*Gr. zonatus* HOPPE, 1795. 1 ♂ — 3; 1 ♂ 2 ♀ — 8. Не указан для Казахстана в Каталоге плавунцов Палеарктики (Nilsson, Hájek, 2017), но отмечался для запада, центра, юга и юго-востока страны (Якобсон, 1905; Конев, 1976; Темрешев, 2014а, 2015а, б, 2016).

*Herophydrus musicus* KLUG, 1834. 1 ♂ 1 ♀ — 3; 1 ♂ — 8.

*Hydaticus grammicus* Germar, 1827. 1 ♂ 1 ♀ — 3; 1 ♂ — 6; 1 ♂ — 15.

*H. seminiger* DE GEER, 1774. 1 ♂ — 8. Не указан для Казахстана в Каталоге плавунцов Палеарктики (Nilsson, Hájek, 2017).

*H. transversalis* (PONTORPIDAN, 1763). 1 ♂ 1 ♀ — 8. В Каталоге плавунцов Палеарктики (Nilsson, Hájek, 2017) указан только для запада Казахстана. Для юго-востока страны первая находка.

*Hydroglyphus geminus* FABRICIUS, 1792. 1 ♂ 2 ♀ — 3; 1 ♂ — 7; 3 ♀ — 8; 2 ♂ 1 ♀ — 13.

*Hydroporus angustatus* STURM, 1835. 3 ♂ — 8; 1 ♀ — 15.

*H. glasunovi* ZAITZEV, 1905. 2 ♂ — 4; 1 ♀ — 8.

*Hygrotus confluens* FABRICIUS, 1787. 1 ♂ 1 ♀ — 7.

*H. decoratus* (GYLLENHAL, 1810). 1 ♂ — 8; 2 ♀ — 15.

*H. enneagrammus* AHRENS, 1833. 1 ♀ — 7; 1 ♂ — 14.

*H. flaviventris* MOTSCHULSKY, 1860. 2 ♂ — 3; 1 ♀ — 15.

*H. impressopunctatus* SCHALLER, 1783. 1 ♂ — 6; 2 ♂ 1 ♀ — 7; 1 ♂ 1 ♀ — 8; 1 ♀ — 14; 1 ♂ — 12.

*H. inaequalis* FABRICIUS, 1777. 1 ♂ 2 ♀ — 3; 4 ♂ 2 ♀ — 9; 7 ♂ 6 ♀ — 8.

*H. marklini* (GYLLENHAL, 1813). 1 ♂ — 8; 1 ♂ 1 ♀ — 15.

*H. urgensis* JAKOVLEV, 1899. 1 ♂ — 7; 1 ♀ — 9.

*Ilybius cinctus* SHARP, 1878. 1 ♂ — 3; 1 ♀ — 2.

*I. fuliginosus* FABRICIUS, 1792. 1 ♂ 1 ♀ — 7.

*I. subtilis* ERICHSON, 1837. 9 ♂ 10 ♀ — 9. Не указан для Казахстана в Каталоге плавунцов Палеарктики (Nilsson, Hájek, 2017), приводится для страны под вопросом в Определителе пресно-

водных беспозвоночных России и сопредельных территорий (Определитель ... , 2011).

*Laccophilus hyalinus* DE GEER, 1774. 1 ♂ — 12; 1 ♂ 1 ♀ — 15. Не указан для Казахстана в Каталоге плавунцов Палеарктики (Nilsson, Hájek, 2017), но отмечался для запада, центра, юга и юго-востока страны (Якобсон, 1905; Темрешев, Есенбекова, 2013; Темрешев, Колов, Чильдебаяев, 2014; Темрешев, 2014а, 2015а, б, 2016).

*L. minutus* (LINNAEUS, 1758). 2 ♂ 4 ♀ — 3; 3 ♂ 2 ♀ — 7.

*L. poecilus* KLUG, 1834. 4 ♂ 1 ♀ — 3; 1 ♂ 2 ♀ — 7.

*Nebrioporus airumilus* KOLENATI, 1845. 1 ♂ 1 ♀ — 3; 1 ♂ 2 ♀ — 4; 1 ♂ — 26; 2 ♂ 1 ♀ — 7.

*N. depressus* FABRICIUS, 1775. 1 ♂ 1 ♀ — 16; 1 ♀ — 12. Не указан для Казахстана в Каталоге плавунцов Палеарктики (Nilsson, Hájek, 2017), но отмечался для юга страны (Темрешев, Есенбекова, 2013; Темрешев, 2015а, в, 2016). Для юго-востока страны первая находка.

*Platambus maculatus* LINNAEUS, 1758. 1 ♂ 1 ♀ — 4; 17 ♂ 19 ♀ — 7; 1 ♂ — 11; 2 ♀ — 17. Не указан для Казахстана в Каталоге плавунцов Палеарктики (Nilsson, Hájek, 2017), но отмечался для юго-востока страны (Темрешев, 2015б).

*Rhantus frontalis* (MARSHAM, 1802). 2 ♂ — 4; 1 ♂ 1 ♀ — 6; 1 ♀ — 7; 1 ♂ 1 L5 — 8.

*Rh. suturalis* (MACLEAY, 1825). 1 ♀ — 1; 1 ♂ 1 ♀ — 3; 2 ♂ 1 ♀ — 4; 1 ♂ 2 ♀ — 6; 1 ♀ — 20; 2 L3 — 12.

#### Семейство Gyridae — Вертячки

*Aulonogyrus concinnus* KLUG, 1834. 2 экз. — 1; 3 экз. — 3; 2 экз. — 25; 5 экз. — 7; 4 экз. — 16; 11 экз. — 9; 4 экз. — 12.

*Gyrinus caspius* MENETRIES, 1832. 3 экз. — 3; 6 экз. — 7; 2 экз. — 12.

*G. distinctus* AUBE, 1838. 2 экз. — 3; 3 экз. — 3; 8 экз. — 14; 10 экз. — 8; 12 экз. — 9; 3 экз. — 12.

*G. marinus* GYLLENHAL, 1808. 2 экз. — 2; 8 экз. — 7.

*G. minutus* FABRICIUS, 1798. 1 экз. — 3; 14 экз. — 7; 2 экз. — 13; 11 экз. — 9.

*G. paykulli* G. OCHS, 1927. 4 экз. — 5; 1 экз. — 7; 2 экз. — 13; 5 экз. — 9; 1 экз. — 8; 2 экз. — 12.

*G. substriatus* (LINNAEUS, 1758). 3 экз. — 3; 24 экз. — 7; 2 экз. — 25; 11 экз. — 6; 10 экз. — 13; 14 экз. — 9; 6 экз. — 8.

#### Семейство Hydrophilidae — Водолюбы

*Anacaena lutescens* (STEPHENS, 1829). 8 экз. — 9; 2 экз. — 11; 2 экз. — 13; 35 экз. — 8; 3 экз. — 12.

*Berosus luridus* (LINNAEUS, 1761). 1 экз. — 8. К: С, Ц. (Акмола). Не указан для Казахстана в Каталоге гидрофилоидных жуков Палеарктики (Przewoźny, 2017), но отмечался для центра страны (Якобсон, 1905; Темрешев, 2014а).

*B. signaticollis* CHARPENTIER, 1825. 1 экз. — 6; 3 экз. — 7; 8 экз. — 8.

*B. spinosus* (STEVEN, 1808). 3 экз. — 3; 4 экз. — 5; 2 экз. — 6; 7 экз. — 7; 2 экз. — 11.

*Cercyon marinus* THOMSON, 1853. 1 экз. — 14; 1 экз. — 8.

*C. pygmaeus* Illiger, 1801. 2 экз. — 7; 2 экз. — 8. Не указан для Казахстана в Каталоге гидрофилоидных жуков Палеарктики (Przewoźny, 2017), но отмечался для юго-востока страны (Зинченко, 2011).

*C. ustulatus* (PREYSSLER, 1790). 2 экз. — 8; 1 экз. — 14. Не указан для Казахстана в Каталоге гидрофилоидных жуков Палеарктики (Przewoźny, 2017), но отмечался для юга и юго-востока страны (Якобсон, 1905; Темрешев, 2014б).

*Cryptopleurum subtile* SHARP, 1884. 3 экз. — 6; 1 экз. — 10.

*Enochrus affinis* THUNBERG, 1794. 2 экз. — 3; 3 экз. — 7; 2 экз. — 8.

*E. bicolor* (FABRICIUS, 1792). 2 экз. — 1; 4 экз. — 3; 7 экз. — 5; 5 экз. — 7; 2 экз. — 8; 3 экз. — 12.

*E. melanocephalus* (OLIVIER, 1792). 6 экз. — 3; 1 экз. — 25; 1 экз. — 7; 1 экз. — 15.

*E. quadripunctatus* (HERBST, 1797). 3 экз. — 5; 4 экз. — 7; 2 экз. — 14.

*Helochares obscurus* (MÜLLER, 1776). 110 экз. — 8.

*Hydrobius fuscipes* LINNAEUS, 1758. 2 экз. — 5; 3 экз. — 7; 1 экз. — 21; 1 экз. — 23; 17 экз. — 8; 5 экз. — 14; 2 экз. — 16; 2 экз. — 18.

*Hydrochara caraboides* (LINNAEUS, 1758). 2 экз. — 22; 1 экз. — 8. К: С, З, Ц, ЮВ. (Акмола,

Семиречье, Якобсон, 1905). Не указан для Казахстана в Каталоге гидрофилоидных жуков Палеарктики (Przewoźny, 2017), но отмечался для центра, юга и юго-востока страны (Якобсон, 1905; Темрешев, Есенбекова, 2013; Темрешев, 2014а, б, 2015а, б, в, 2016).

*H. dichroma* FAIRMAIR, 1892. 1 экз. — 15. Не указан для Казахстана в Каталоге гидрофилоидных жуков Палеарктики (Przewoźny, 2017), но отмечался для центра, юга и юго-востока страны (Якобсон, 1905; Темрешев, Есенбекова, 2013; Темрешев, 2012, 2014а, б, 2015а, б, в, 2016).

*H. flavipes* (STEVEN, 1808). 2 экз. — 1; 8 экз. — 3; 59 экз. — 7; 11 экз. — 8.

*Hydrophilus aterrimus* ESCHSCHOLTZ, 1822. 1 ♀ — 8. Не указан для Казахстана в Каталоге гидрофилоидных жуков Палеарктики (Przewoźny, 2017), но отмечался для севера, запада, центра, юга и юго-востока страны (Якобсон, 1905; Темрешев, Есенбекова, 2013; Темрешев, Колов, Чильдебаев, 2014; Темрешев, 2012, 2014а, 2015а, в, 2016).

*Laccobius bipunctatus* FABRICIUS, 1775. 3 экз. — 2; 2 экз. — 7; 2 экз. — 8; 3 экз. — 11.

*L. minutus* (LINNAEUS, 1758). 4 экз. — 3; 1 экз. — 7; 1 экз. — 8; 4 экз. — 11; 14 экз. — 12.

*L. simulatrix* D'ORYCHMONT, 1932. 9 экз. — 12.

*L. striatulus* (FABRICIUS, 1801). 2 экз. — 8; 6 экз. — 12.

*Sphaeridium bipustulatum* FABRICIUS, 1781. 1 экз. — 19; 1 экз. — 10.

*Sph. lunatum* FABRICIUS, 1792. 1 экз. — 14; 5 экз. — 10.

*Sph. scarabaeoides* (LINNAEUS, 1758). 2 экз. — 10.

Семейство Hydraenidae — Водобродки

*Hydraena riparia* KUGELANN, 1974. 3 экз. — 2; 1 экз. — 7; 3 экз. — 9.

*Laeliaena sparsa* SAHLBERG, 1900. 2 экз. — 8; 3 экз. — 11.

*Limnebius crinifer* REY, 1885. 3 экз. — 11.

*Ochthebius erzerumi* KUWERT, 1887. 14 экз. — 11.

*Ocht. hungaricus* ENDRODY-YONGA, 1967. 8 экз. — 8. Не указан для Казахстана в Каталоге водобродок Палеарктики (Jach, Skale, 2015), но отмечен для востока страны (Зинченко, 2015). Для юго-востока страны первая находка.

Семейство Helophoridae — Морщинники

*Helophorus montanus* D'ORCHYMONT, 1925. 1 экз. — 7; 4 экз. — 8; 2 экз. — 13; 8 экз. — 11; 5 экз. — 9.

*H. nanus* (STURM, 1836). 12 экз. — 11; 15 экз. — 8; 12 экз. — 9. Не указан для Казахстана в Каталоге гидрофилоидных жуков Палеарктики (Przewoźny, 2017), но отмечен для центра страны (Темрешев, 2014а).

*H. similis* KUWERT, 1887. 1 экз. — 3; 2 экз. — 5; 1 экз. — 7; 7 экз. — 11; 3 экз. — 8; 2 экз. — 9.

Семейство Dryopidae — Прицепыши

*Dryops auriculatus* (GEOFFROY, 1785). 4 экз. — 8. Не указан для Казахстана в Каталоге Палеарктики (Kodada, Jach, 2006), но отмечен для центра (Якобсон, 1905; Темрешев, 2014а).

Семейство Elmidae — Жуки-речники

*Potamophilus acuminatus* FABRICIUS, 1792. 2 экз. — 6; 1 экз. — 7; 1 экз. — 18.

Семейство Heteroceridae — Пилоусы

*Heterocerus fenestratus* THUNBERG, 1784. 2 экз. — 6; 6 экз. — 14; 3 экз. — 18.

*H. marginatus* FABRICIUS, 1787. 1 экз. — 6; 2 экз. — 7; 4 экз. — 18.

*H. obsoletus* CURTIS, 1828. 1 экз. — 6; 1 экз. — 7; 5 экз. — 18.

Семейство SCIRTIDAE — Трясинники

*Cyphon padi* (LINNAEUS, 1758). 2 экз. — 24; 3 экз. — 6; 4 экз. — 9.

Семейство Chrysomelidae — Листоеды

*Donacia bicolora bicolora* ZSCHACH, 1788. 1 экз. — 8; 2 экз. — 15.

*D. versicolorea* ВРАНМ, 1790. 1 экз. — 8; 1 экз. — 15.

Семейство Eirrhinidae — Эририниды

*Arthrostenus fullo* ВОНЕМАН, 1836. 1 экз. — 8; 2 экз. — 18.

Семейство Curculionidae — Долгоносики

*Bagous glabrivostris* (HERBST, 1795). 2 экз. — 8; 3 экз. — 18.



## Литература

- Ангус Р.Б.** К ревизии палеарктических водолюбов рода *Helophorus* F. (Coleoptera, Hydrophilidae). I. // Энтомологическое обозрение. 1984. Т. 63, вып. 3. С. 533—551.
- Ангус Р.Б.** К ревизии палеарктических водолюбов рода *Helophorus* F. (Coleoptera, Hydrophilidae). II. // Энтомологическое обозрение. 1985. Т. 64, вып. 4. С. 716—747.
- Байтенов М.С.** Жуки-долгоносики Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата: Изд-во Наука Казахской ССР, 1974.
- Беньковский А.О.** Листоеды-радужницы (Coleoptera: Chrysomelidae: Donaciinae). Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2014.
- Зинченко В.К.** Жесткокрылые (Insecta, Coleoptera), собранные на падальные ловушки в Джунгарском Алатау // Зоологические исследования за 20 лет независимости Республики Казахстан: материалы Междунар. науч. конф.; 22—23 сентября 2011 г. Алматы, 2011. С. 102—104.
- Зинченко В.К.** Новые находки жуков семейства Hydraenidae (Coleoptera) в азиатской части России и Казахстане // Евразийский энтомологический журнал. 2015. № 14 (3). С. 201—204.
- Конев А.А.** К фауне водных жуков подотряда Aderphaga (Coleoptera) Центрального Казахстана // Энтомологическое обозрение. 1976. Т. 55, № 4. С. 820—822.
- Лопатин И.К.** Жуки-листоеды (Insecta, Coleoptera, Chrysomelidae) Центральной Азии. Минск: БГУ, 2010.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Высшие насекомые (ручейники, чешуекрылые, жесткокрылые, сетчатокрылые, большекрылые, перепончатокрылые) / под ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 5. СПб: Наука, 2001.
- Темрешев И.И.** Материалы по фауне водных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Государственного национального природного парка «Алтын-Эмель» // Вестник КазНУ. Серия экологическая. 2012. № 1 (33). С. 281—284.
- Темрешев И.И.** К фауне и экологии водных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Коргалжынского биосферного резервата // Материалы Международной научно-практической конференции, проводимой в рамках ежегодных чтений памяти член-корреспондента АН КазССР А.А. Слудского. Алматы, 11—12 марта 2014а. Алматы: Нур-Принт, 2014а. С. 532—538.
- Темрешев И.И.** Водные жуки (Insecta, Coleoptera) Государственного национального природного парка Иле-Алатау // Вестник КазНУ. Серия экологическая. 2014б. № 3 (42). С. 266—271.
- Темрешев И.И.** Материалы к фауне водных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Южного Казахстана. Сообщение 2 // Вестник КазНУ. Серия биологическая. 2015а. № 2 (1). С. 58—65.
- Темрешев И.И.** К фауне водных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) хребта Джунгарский Алатау // Вестник КазНУ. Серия экологическая. 2015б. № 1/2 (43). С. 591—595.
- Темрешев И.И.** Водные жуки (Insecta, Coleoptera) Государственного национального природного парка «Сайрам-Угамский» и сопредельных территорий // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию гос. природ. заповедника «Присурский»; 21—24 октября 2015 г., Чебоксары, Россия / Научные труды государственного природного заповедника «Присурский». Чебоксары, 2015в. Т. 30, вып. 1. С. 248—252.
- Темрешев И.И.** К фауне и распространению водных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Южного Казахстана // Acta Biologica Sibirica. 2016. Т. 2, вып. 4. С. 15—28.
- Темрешев И.И., Есенбекова П.А.** Материалы к фауне водных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Южного Казахстана // Вестник КазНУ. Серия экологическая. 2013. № 3 (39). С. 130—138.
- Темрешев И.И., Колов С.В., Чильдебаев М.К.** Новые сведения о энтомофауне Коргал-

жинского биосферного заповедника // Евразийский энтомологический журнал. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 9—13.

**Caldara R.** Erirhinidae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / eds. I. Lobl and A. Smetana. Vol. 7. Curculionoidea. Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2011. P. 354—359.

**Caldara R.** Bagoinae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / eds. I. Lobl and A. Smetana. Vol. 7. Curculionoidea 2. Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2013. P. 172—176.

**Jach M.A., Skale A.** Hydraenidae // Catalogue of Palearctic Coleoptera. Revised and Updated Edition / eds. I. Lobl and D. Lobl. Vol. 1. Hydrophiloidea — Staphilinoidea. Brill, Leiden/Boston, 2015. P. 130—162.

**Jach M.A., Kodada J., Ciampor F.** Elmidae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / eds. I. Lobl and A. Smetana. Vol. 3. Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2006. P. 432—440.

**Kodada J., Jach M.A.** Dryopidae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / eds. I. Lobl and A. Smetana. Vol. 3. Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2006. P. 440—443.

**Mazzoldi P.** Gyrinidae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / eds. I. Lobl and A. Smetana. Vol. 1. Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2003. P. 26—30.

**Mascagni A.** Heteroceridae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / eds. I. Lobl and A. Smetana. Vol. 3. Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2006. P. 446—449.

**Nilsson A.N.** 2011: A World Catalogue of the Family Noteridae. Version 16.VIII.2011.

**Nilsson A.N., Hájek J.** 2017: Catalogue of Palearctic Dytiscidae (Coleoptera). Internet version 2017-01-01.

**Prokin A.A., Litovkin S.V., Jach M.A.** New records of Hydraenidae and Elmidae (Coleoptera) from Russia and adjacent countries // Fragmenyta Faunistica. 2015. Vol. 58 (2). P. 99—110.

**Przewoźny M.** 2017: Catalogue of Palearctic Hydrophiloidea (Coleoptera). Internet version 2017-01-01.

**Silfverberg H.** Donaciinae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / eds. I. Lobl and A. Smetana. Vol. 6. Chrysomeloidea. Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2010. P. 354—359.

**Vondel van B.J.** Haliplidae // Catalogue of Palearctic Coleoptera / eds. I. Lobl and A. Smetana. Vol. 1. Stenstrup, Denmark: Apollo Books, 2003. P. 30—33.

УДК 574.5

## ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОБИОЦЕНОЗА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И МЕТОДЫ ЕГО ОЦЕНКИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

М.Ф. Хамитова, М.А. Калайда

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

E-mail: it-sk@bk.ru

В настоящее время отмечается значительное снижение качества вод, в большой степени связанное с воздействием на водные ресурсы деятельности предприятий различных отраслей. Сточные воды способны вызывать эвтрофирование водных экосистем, загрязнение органическими веществами и тяжёлыми металлами, оказывать токсическое воздействие на гидробионтов, изменять структуры биоценозов, что является значимыми проблемами современности. В современных условиях особую актуальность приобретают исследования по выявлению значимых

прогнозных характеристик изменений в структуре и составе гидробиоценозов в условиях воздействия сточных вод. Они позволяют определить приоритетные задачи в области охраны и реабилитации водных экосистем и их рационального использования. Сложная экологическая ситуация складывается в районе крупнейшего водохранилища волжского каскада — Куйбышевского.

В связи с развитием аквакультуры остро стоят задачи сохранения и воспроизводства стерляди в Куйбышевском водхр. Учитывая задачи сохранения качества вод в верхнем

участке Волжского плёса Куйбышевского вдхр. как нерестового участка осетровых рыб в начале XX в. (Лукин, 1947) в проведённом исследовании особое внимание уделено воздействию сбросов сточных вод Марийского целлюлозно-бумажного комбината (ОАО «МЦБК»). Исследование участка Волжского плёса в районе сбросов сточных вод предприятия с большим содержанием органических веществ позволяет проследить процесс эвтрофирования в обратной последовательности: от характеристик биоценоза в зоне максимального содержания органических веществ до участка Волжского плёса Куйбышевского вдхр., который оценивается в настоящее время, как находящийся в лучшем состоянии по сравнению с ниже лежащими участками.

Район сброса сточных вод ОАО «МЦБК» находится в верхнем плёсе водохранилища, на левом берегу р. Волга. Географические координаты —  $55^{\circ}50'1.38''\text{C}$   $48^{\circ}21'39.95''\text{В}$ . После внутренней очистки сточные воды ОАО «МЦБК» собираются в приёмной камере дюзера и непрерывно самотёком подаются в водоём — первичный отстойник, одамбированный и расположенный на о. Лопатинском. Остров Лопатинский ограничен с юга коренным руслом р. Волга, с севера — протокой Лопатинская Воложка. Данный участок Куйбышевского вдхр., в соответствии с ГОСТом

17.1.2.04-77 «Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов», соответствует водным объектам рыбохозяйственного использования высшей категории.

Гидрохимические и гидробиологические пробы в районе Лопатинской Воложки отбирали 1 раз в 2 недели в течение вегетационных сезонов 2011—2014 гг. с 12 станций (рис. 1).

Станции 1 и 2 — контрольный участок Волжского плёса на 500 м выше сброса сточных вод ОАО «МЦБК». Пробы отбирались на русловом (ст. 1) участке р. Волга и в прибрежной (ст. 2) части островных участков реки: ст. 9 — зона смешения сточных вод, поступающих из протоки от вторичного отстойника, с водами Куйбышевского вдхр.; ст. 10 и 11 — р. Волга на 500 м места ниже впадения сбросного канала в русловой и прибрежной части соответственно. На русловых участках р. Волга (ст. 1, 2, 9, 10, 11) донные отложения были представлены плотными песками с локальными глинистыми или иловыми включениями. На прибрежных (ст. 1, 2, 10, 11) — плотным песком с малыми примесями илов и растительных остатков.

Отбор проб во вторичном отстойнике ОАО «МЦБК» проводили с 7 станций: ст. 3, 4, 12 — место сброса сточных вод комбината из



Рис. 1. Схема станций отбора проб в районе сброса сточных вод ОАО «МЦБК»

первичного отстойника во вторичный отстойник; ст. 5 — мелководный участок вторичного отстойника; ст. 6 — глубоководный участок вторичного отстойника; ст. 7 — залив внутри вторичного отстойника; ст. 8 — канал-протока из вторичного отстойника в Куйбышевское вдхр. На станциях внутри вторичного отстойника грунты характеризовались чёрными илами, в сбросном канале — серыми илами.

Гидрохимические, гидробиологические исследования проводились стандартными методами. Точки отбора проб фиксировались с помощью GPS навигатора Garmin GPSMap 62s. Глубина и рельеф дна определялись с помощью эхолота Lowrance Elite-4X DSI; прозрачность измеряли диском Секки; описывался тип, цвет и наличие запаха грунта; в поверхностном слое воды измеряли температуру и pH. Подготовка материала для элементного химического анализа проводилась по ГОСТ 26929-94 (1994).

Основными загрязняющими веществами у сброса сточных вод во вторичном отстойнике целлюлозно-бумажного комбината являются органические вещества (Калайда, 2015). В табл. 1 представлено изменение средних многолетних значений показателей химического и биологического потребления кислорода, характеризующих степень органического загрязнения. Эти показатели используются для нормативной оценки качества воды в природных водоёмах. ПДК для ХПК для водоёмов питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения установлена на уровне 15 мг/л, для водоёмов рекреационного водопользования и находящихся в черте населённых пунктов — 30 мг/л.

БПК<sub>5</sub> отражает соотношение количества кислорода, израсходованного на аэробное биохимическое окисление бактериопланк-

тоном нестойких органических соединений и, как правило, в течение 5 сут. происходит окисление около 70 % легкоокисляющихся органических веществ. Для водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях БПК<sub>5</sub> не должно превышать 2 мг/л (Об утверждении ... , 2016), для водоёмов культурно-бытового водопользования — 4 мг/л (ГН 2.1.5.1315-03).

Используя соотношение ПДК для ХПК и БПК<sub>5</sub> можно определить нормативный показатель соотношения — 13,33%. Как видно из приведённых в табл. 1 данных соотношение на контрольных участках составило — 7,94—7,89 %. В зоне смешения сточных вод с водами водохранилища соотношение — 14,97. В районе сброса сточных вод из первичного отстойника это соотношение было максимальным — 58,48 %. Обращает на себя внимание показатель соотношения на участке в заливе вторичного отстойника —  $1,61 \pm 0,02$ . С одной стороны, на данном участке исследования отмечено высокое содержание органических веществ, а с другой стороны, на аэробное биохимическое окисление бактериопланктоном нестойких органических соединений израсходовано малое количество кислорода, свидетельствующее о снижении количественной представленности бактериопланктона на данном участке по сравнению с расположенными выше по течению сточных вод участками, где этот показатель был выше более чем в 28 раз. Уровень развития бактериопланктона был наибольшим в условиях наибольшего загрязнения органическими веществами.

Среди важнейших критериев состояния водных экосистем — показатели биологического разнообразия, поскольку в результате антропогенного воздействия происходит изменение видового состава: количество одних

Таблица 1

Изменение средних многолетних значений показателей ХПК и БПК<sub>5</sub>

Участок	ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Класс вод по БПК <sub>5</sub>	БПК/ХПК, %
Контрольный участок водохранилища	25,45	2,020	Умеренно загрязнённые	7,94
Вторичный отстойник ЦБК:	—	—	—	—
у водоподачи сточных вод	160,95	94,13	Очень грязные	58,48
в заливе	$206 \pm 49$	$3,32 \pm 0,86$	Загрязнённые	$1,61 \pm 0,02$
Зона смешения вод	26,85	$4,02 \pm 1,05$	Грязные	14,97
Ниже по течению от сброса сточных вод	25,65	2,025	Умеренно загрязнённые	7,89

уменьшается, а других — возрастает, необходимо уделять внимание не только изменению числа видов, видов-индикаторов, индексов видового разнообразия, но и соотношений групп видов, характеризующих изменение трофических связей в экосистемах. Также следует учитывать, что в местах антропогенного вмешательства видовое разнообразие очень динамично.

На участке водохранилища в районе сброса сточных вод ОАО «МЦБК» было встречено 49 видов и внутривидовых таксонов водорослей, 88 видов и форм зоопланктеров, 72 — зообентонтов. Весь исследованный участок Волжского плёса относится к низкому классу трофии и оценивается как умеренно загрязнённый. Во вторичном отстойнике ОАО «МЦБК» было встречено 50 видов и внутривидовых таксонов водорослей, 71 вид и форма зоопланктёров, 40 — зообентонтов. По мере сокращения концентрации органических веществ на участках локального загрязнения смена преобладающих групп внутренних сообществ гидробионтов идёт по схеме: бактериопланктон → фитопланктон (в направлении зеленые → синезелёные водоросли) → зоопланктон (за счёт ветвистоусых ракообразных).

Рассмотрено изменение показателей биологического разнообразия по фитопланктону: по индексу Шеннона воды на участке Волжского плёса характеризуются от «чистой» (в заливе вторичного отстойника) до «грязной» в сбросном канале, при этом контрольная станция Волжского плёса и район

сбросов сточных вод оцениваются одинаково как «загрязнённые» участки. По индексу трофности район сбросов сточных вод оценивается как олиготрофный, а контрольные участки Волжского плёса — эвтрофные.

Исследование зоопланктона вторичного отстойника выявило сокращение качественных и количественных показателей развития зоопланктона в условиях сильного органического загрязнения, отмечалось большое развитие инфузорий. Индексы видового разнообразия Шеннона (ИВР) зоопланктона во вторичном отстойнике значительно варьировали — от 0,19 до 3,63, и характеризовали воду отстойника как «умеренно загрязнённую», для бентоса была характерна ещё более высокая вариабельность ИВР. Коэффициент вариации индексов видового разнообразия лучше отражал состояние экосистемы (рис. 2).

Индексы сапробности, рассчитанные для сообществ фито-, зоопланктона и макрозообентоса, слабо отражали состояние экотопов в отстойнике, так из макробеспозвоночных в отстойнике преобладали личинки *Culex*, относящиеся к  $\beta$ -мезосапробам ( $S = 1,55$ ). На контрольном участке Куйбышевского водохранилища отмечались наименьшие значения индексов сапробности (1,96—2,13), участок относился к  $\beta$ -мезосапробной зоне. Класс участков по трофности сильно варьировал и различался для разных сообществ. По индексу Балашкиной воды на контрольном участке оценивались как умеренно загрязнённые и загрязнённые, аналогичным было качество вод и на участках Волжского плёса ниже

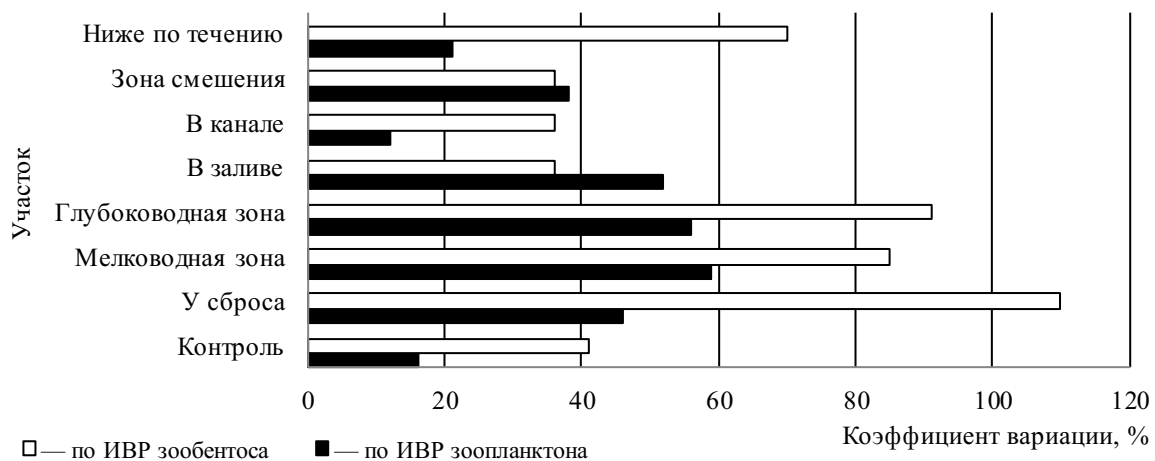


Рис. 2 Коэффициенты вариации индексов видового разнообразия Шеннона (ИВР) зоопланктона и зообентоса в Волжском плёсе

сброса. По индексу Вудивиса наименьшая степень загрязнения отмечалась на контрольном участке: он оценивался как «незначительно загрязнённый» (ИВ 6—7), во вторичном отстойнике воды оценивались как сильно загрязнённые (ИВ 1—2). В целом, индекс Вудивиса в большей степени отражал состояние качества вод исследованного участка.

Поскольку наиболее часто используемые индексы качества вод в условиях вторичного отстойника оказались неприменимыми, то по результатам анализа зообентоса нами предложен Индекс (Y), способный отразить процесс участия бентосных форм в восстановлении качества вод (Калайда, 2017). Структура основного комплекса видов зообентоса на участках наибольшего воздействия представлена преимущественно видами и формами насекомых способных к атмосферному дыханию. При улучшении состояния в экотопе увеличивалось разнообразие и представленность вторичноводных насекомых, причём группы, с дыханием растворённым кислородом заменяли формы, потребляющие атмосферный воздух. На контрольных участках и в зонах восстановления преобладали первичноводные животные. Исходя из полученных данных, нами предложена зависимость соотношения этих групп гидробионтов, позволяющая оценить состояние донного биоценоза по среднесезонным показателям (табл. 2). Индекс (Y) вычисляли по формуле (1):

$$Y = \frac{P_{pw} + 0,5P_{drk}}{P_{daw} + 1}, \quad (1)$$

где,  $P_{pw}$  — доля от общей численности зообентоса первичноводных организмов не относя-

щихся к насекомым, %;  $P_{drk}$  — доля дышащих растворённым кислородом в воде от общей численности вторичноводных насекомых, %;  $P_{daw}$  — доля дышащих атмосферным воздухом насекомых (личинки насекомых) от общей численности зообентоса, % (табл. 2).

Значения показателя могут варьировать от 100 при отсутствии в зообентосе насекомых до 0 в случае отсутствия зообентоса или представленности его исключительно приспособленными к дыханию атмосферным воздухом гидробионтами (табл. 2). Значение показателя изменяется не линейно, а по гиперболе. Показатель состояния донного гидробиоценоза (индекс Y) позволяет проводить оценку в условиях разной степени заиления грунтов, и в тех случаях, когда классические методы не применимы. Главным критерием состояния системы является отношение зообентонтов к кислороду в воде, поэтому данный индекс может рассматриваться как показатель органического загрязнения экосистемы. Чем ниже индекс, тем критичнее состояние водной экосистемы. Индекс, в отличие от других, является не индикатором идущего процесса органического загрязнения, а отражает уже состоявшееся негативное воздействие на водную экосистему и оценивает её способность к восстановлению. В случае, когда зообентос представлен одной группой — олигохетами или гаммаридами и т. п. индекс равен 100, донный гидробиоценоз рассматривается как однородный, а антропогенное воздействие рассматривается как сильное однонаправленное. Например, в условиях свеженамытых песчаных грунтов после работы земснарядов складываются однородные (корофиумные или гаммаридные) псаммофильные биоценозы. Численность *Corophium curvispinum* на

Таблица 2

Зависимость значений индекса Y от состояния донного гидробиоценоза

Донный гидробиоценоз	Уровень воздействия	Значение Y
Нестабильный	Очень сильное	0—1
На ранней стадии адаптации	Сильное	1—3
Подверженный воздействию	Умеренное	3—12
Приспособившийся	Слабое	12—48
Стабильный неоднородный	Незначительное	48—100
Нестабильный однородный (олигохетный, гаммаридный, корофиумный и т. п.)	Сильное однонаправленное	100



Рис. 3. Значения показателя состояния донного гидробиоценоза (индекс Y) в Волжском плёсе и во вторичном отстойнике ОАО «МЦБК»

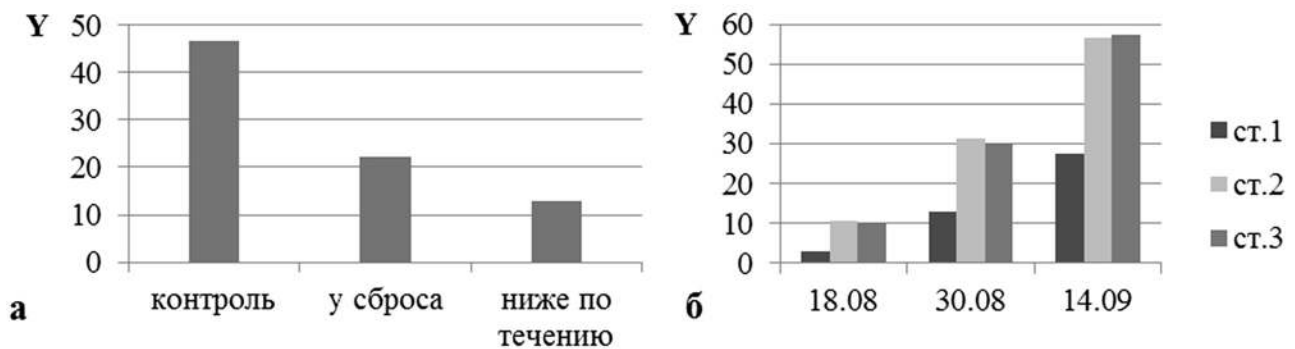


Рис. 4. Значения показателя состояния донного гидробиоценоза (индекс Y) на станциях р. Казанка: а — 2013 г. у сброса сточных вод ОАО «Казанский оптико-механический завод»; б — 2015 г. после размещения растительных отходов (ст. 1 — у места размещения, ст. 2 — 10 м ниже по течению, ст. 3 — 20 м ниже по течению)

этих участках возрастает с 20—240 экз./м<sup>2</sup> до 1 800—2 100 экз./м<sup>2</sup> (Калайда, 2003).

Для проверки рабочей модели оценки показателя состояния донного гидробиоценоза (индекса Y) рассчитаны его значения для участка Волжского плёса Куйбышевского вдхр. в районе сбросов сточных вод ОАО «МЦБК» (рис. 3), р. Казанка в районе сбросов сточных ОАО «КОМЗ» (рис. 4а), участка р. Казанка, на котором были размещены органические отходы (рис. 4б) и Тетюшского плёса — р. Безымянная и р. Бутырская (рис. 5).

Для проверки рабочей модели оценки показателя состояния донного гидробиоценоза (индекса Y) был выбран участок р. Казанка, в прибрежной части которого были размещены растительные отходы в конце вегетационного периода. Как видно из данных рис. 4б значения показателя, рассчитанные по средним значениям численности, возрас-

тают по мере удаления от места размещения растительных отходов (от ст. 1 к ст. 3). Значения индекса на участке локального загрязнения (ст. 1) с течением времени возрастают с 2,8 (сильное воздействие, донный биоценоз на ранней стадии адаптации) до 27,3 (слабое воздействие, биоценоз из приспособившихся гидробионтов).

Представляет интерес расчёт индекса Y, проведённый для участков малых рек и в Тетюшском плёсе Куйбышевского вдхр. (рис. 5).

Как видно из данных рис. 5 для малых чистых рек индекс Y составил 50, на участке у родника — 76,7, а в водохранилище — 100. Для контрольных участков р. Казанка индекс Y составил 46,7—57,5 (рис. 4а, б). На контрольном участке Волжского плёса индекс Y составил 40,8—90,6 (рис. 3). Для наиболее загрязнённых участков индекс Y составил 0,7

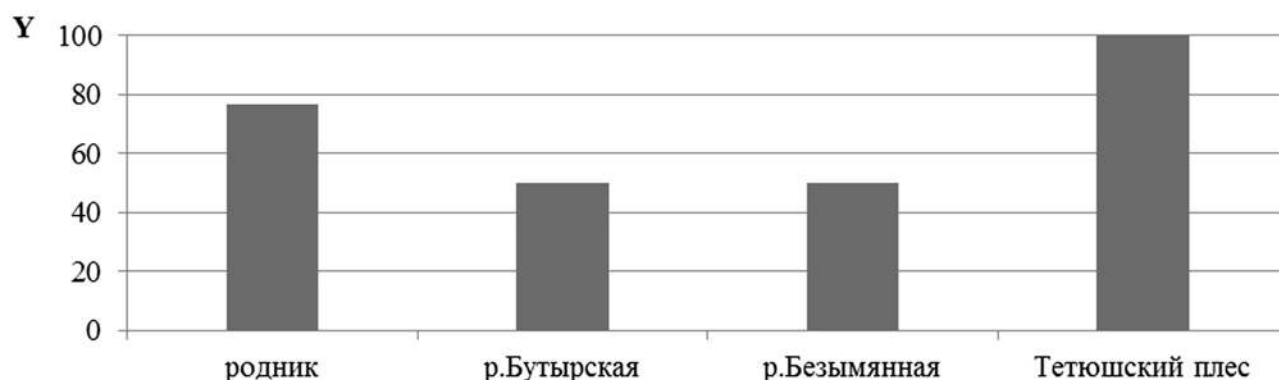


Рис. 5. Значения показателя на малых родниковых реках, впадающих в Тетюшский плёс Куйбышевского вдхр.

у сброса сточных вод ОАО «МЦБК», 2,8 — у р. Казанка, 22,1 — у сброса очищенных сточных вод ОАО «КОМЗ» на р. Казанка.

### Литература

ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М., 2003.

ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. Утв. 21.02.95. М., 1994.

ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.

**Калайда М.Л.** Экологическая оценка Куйбышевского водохранилища в условиях антропогенного воздействия. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2003.

**Калайда М.Л., Хамитова М.Ф.** Возможности применения эйхорнии в доочистке вод целлюлозно-бумажного комбината. Часть 1. Особенности химического состава воды в Волжском плёсе Куйбышевского водохранилища // Бутлеровские сообщения. 2015. Т. 44, № 11. С. 34—46.

**Калайда М.Л., Хамитова М.Ф.** Индикативные показатели эвтрофирования как элемент мониторинга водных экосистем // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 49, № 3. С. 156—162.

**Лукин А.В.** Основные черты экологии осетровых в Средней Волге // Труды общества естествоиспытателей при Казанском университете. Казань: КГУ, 1947. Т. 57, вып. 3—4. С. 39—143.

Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552. М., 2016.

УДК 639.3/6:639.64

### ИЗУЧЕНИЕ ПАРАЗИТОФАУНЫ МИДИИ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*)

О.О. Хмель

Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия

E-mail: olesyahmel@yandex.ru

Мидии являются мощными биофильтрами, следовательно, играют важнейшую роль в экосистеме. Колонии мидий оказывают положительное влияние на экологическое со-

стояние акватории. Значительна роль мидии в качестве кормовой базы для различных гидробионтов: их личинки выедаются мальками пелагических рыб, а молодь служит пищей для



рыб биофагов. Мидия, в силу особенностей структуры своих поселений, является биоценозоформирующим видом и представляет собой среду для различных организмов. Как и другие двухстворчатые моллюски, мидии сильно подвержены инвазионным заболеваниям. Изучение болезней и паразитов *Mytilus galloprovincialis* в условиях культивирования на Черном море началось относительно недавно. Однако первые же исследования показали, что отдельные виды паразитов могут стать причиной заболеваний этого моллюска, снижая экономическую эффективность марихозяйств. При искусственном уплотнении популяций и скоплении на ограниченном пространстве большого количества особей одного вида возникает опасность вспышек заболеваний.

На данный момент стала совершенно очевидной необходимость культивирования черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis*) для восполнения естественных запасов и в промышленных целях. В коллекторах мидия более уязвима и чаще болеет.

По этой причине эффективное развитие морской аквакультуры в решающей мере зависит от результатов изучения как экологической и эпизоотологической ситуации в районах размещения хозяйства, так и паразитофауны не только выращиваемых объектов, но и обитающих в районе хозяйства массовых видов гидробионтов. Следовательно, необходимо изучать болезни, вызванные паразитами, чтобы предотвратить массовые вспышки заболеваний и значительно повысить выход продукции.

Цель работы: на основе литературных источников выяснить наиболее встречаемые виды паразитов у черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis*).

Биология черноморской мидии: *M. galloprovincialis* LAMARCK, 1819 — средиземноморская мидия (bay mussel, blue mussel, Mediterranean blue mussel, Mediterranean mussel). Обитающую в Чёрном море *M. galloprovincialis* обычно называют черноморской мидией. Средиземноморская мидия — умеренно-тепловодный вид, нативный ареал которого включает Чёрное, Адриатическое и Средиземное моря. Может достигать длины 15 см,

но обычно вырастает до 5—8 см. В настоящее время распространилась в умеренных водах практически по всему Мировому океану (Гавевская, 2006).

Раковина у мидий удлинённой и клиновидной формы, макушка сдвинута на передний заострённый конец. Окраска её тёмная, часто почти чёрная с синим оттенком. Внутренняя поверхность покрыта перламутровым слоем. Имеется несколько мелких замковых зубчиков, зияние раковины слабое, и сквозь него проходит плотный пучок нитей биссуса. Нога маленькая пальцеобразная, используется для передвижения только молодыми особями, а прикрепившиеся взрослые в благоприятных условиях остаются в течение всей жизни (до 10 лет) на одном месте.

Плотное поселение *M. galloprovincialis* может профильтровать за сутки около от 50 до 280 м<sup>3</sup> воды. Таким образом, банки мидий, или их большие поселения, представляют собой мощный биофильтр, всасывающий из окружающей среды массу взвесей минерального и органического происхождения. Фильтруя, мидии извлекают из воды минеральные и пищевые частицы-остатки растительного и животного происхождения (детрит) и мелкий зоопланктон. Мелкие органические частицы используются в пищу, а крупные и минеральные удаляются в виде псевдофекалий в мантийную полость и через сифон выводятся наружу.

Мидии раздельнополы, половозрелыми они становятся при длине около 30 мм в возрасте 1—2 года. Плодовитость очень велика, самка одновременно выбрасывает от 5 до 12 млн яиц. В Чёрном море мидии размножаются в феврале—марте и ноябре—августе. В водах Испании в марте; Баренцевом море — в июле—августе.

В зависимости от температуры воды личинки остаются и развиваются в воде в течение 2—4 недель, затем оседают, имея размер 0,4—1 мм. Массовое оседание личинок происходит до глубины 50 м, однако уже на глубинах более 20 м численность их резко сокращается. При обильном оседании молоди ей не хватает корма и она плохо растёт, а часть погибает (Супрунович, 1990).

Паразиты черноморской мидии: У черноморской мидии встречаются паразиты, относящиеся к 9 классам: Микроспоридии (Microsporidia), Инфузории (Infusoria), Сверлящие губки (Demospongia), Турбеллярии (Turbellaria), Трематоды (Trematoda), Полихеты (Polychaeta), Крустацеи (Crustaceae), Брюхоногие моллюски (Gastropoda) и Моллюски-сверлильщики (Bivalvia).

Класс Микроспоридии (Microsporidia): вид *Steinhausia mytilovum*. *S. mytilovum* паразит яйцеклеток и поэтому появляется у мидий только по достижении ими половой зрелости, когда их длина составляет не менее 20 мм. Частота встречаемости паразита с возрастом первоначально повышается из-за увеличения объёма прокачиваемой мидией воды. Массовое созревание спор паразита проходит в самое тёплое время года при температуре воды выше 14 °С. А солёность не является лимитирующим фактором для *S. mytilovum* (Гаевская, 1990).

Класс Инфузории (Infusoria): вид *Ancistrum mytili*. *A. mytili* появляются у мидий, достигших 4 мм длины, в дальнейшем, по мере роста хозяина, их численность растёт. Данная инфузория стабильна практически в течение всего года. Однако часть подвержена сезонным колебаниям: зимой единичные экземпляры, а летом достигают максимальной численности. На частоту встречаемости и массовость инфузории также влияют гидрологические и гидрохимические условия (Гаевская, 1990).

Большое количество *A. mytili* наблюдается на жабрах мидии, что препятствует току воды, осуществляющему перемещение пищевых частиц по эпителиальной поверхности. Это также может вызвать расстройство дыхательной функции, что обуславливает понижение обмена веществ и истощение организма.

Класс Сверлящие губки (Demospongia): вид *Cliona vastifica*. *C. vastifica* выступает в роли пищевого конкурента мидии, просверливая раковину и поселяясь в мягких тканях. Клионы поселяются на мидиях размером от 4 см. Может заселять обе створки. Для данных губок характерно бесполое и половое размножение (Гаевская, 2009).

Класс Турбеллярии (Turbellaria): вид *Ur-*

*astoma cyprinae*. *U. cyprinae* появляется у мидий, когда те достигают длины 3 см. С ростом хозяина встречаемость урастом повышается и достигает максимума у моллюсков длиной 5—7 см. Турбеллярии являются донными животными и требовательны к температуре (максимальное развитие происходит в самое холодное время года). *U. cyprinae* приспособилась к обитанию в мантийной полости и жабрах моллюска (Гаевская, 1990).

Класс Трематоды (Trematoda): виды *Proctoeces maculatus* и *Parvatrema doboisi*. *P. maculatus* поражает пищеварительный тракт, гонады, мышцы, почки, мантию, ногу. Наибольшее развитие происходит к концу лета. В это время развиваются партениты. Данные паразиты обитают лишь в пелагиали и поверхностных слоях воды.

*Parvatrema doboisi* заражает мидий длиной от 4 мм. С ростом моллюска степень инвазии увеличивается. В мидиях чёрных индекс обилия значительно выше, чем в коричневых (Гаевская, 1990).

Класс Полихеты (Polychaeta): вид *Polydora ciliate*. *P. ciliate* встречаются в ходах внутри створок и в блистерах. Полидора чаще всего встречается у мидий, обитающих на ракушечнике (Гаевская, 2008).

Класс Крустацеи (Crustaceae): вид *Mytilicola intestinalis*. *M. intestinalis* — рачки червеобразной формы. Мидии заглатывают личинок паразита и они могут встречаться в кишечнике. Чувствительна к понижению солёности и загрязнению (Гаевская, 1990).

Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda): виды *Odostomia rissoides*, *O. pallida*. Являются эктопаразитами мидий. Поселяется у вентрального края мидии, вводит хоботок в мягкие ткани и питается кровью моллюска (Гаевская, 1990).

Класс Моллюски-сверлильщики (Bivalvia): виды *Gastrochaena dubia*, *Petricola lithophoga*. Сверление отверстий в мидии вызывает усиленное отложение солей кальция. В Черном море наблюдалось лишь несколько случаев поражения мидии моллюсками-сверлильщиками (Гаевская, 1990).

Непосредственное влияние различных паразитов на организм мидии представлено в таблице.

Влияние паразитов, встречающихся у черноморской мидии (*M. galloprovincialis*)

Паразит	Влияние на организм мидии
<i>Steinhausia mytilovum</i>	Часто приводит к полной стерильности хозяев.
<i>Ancistrum mytili</i>	Считаются потенциально опасными для моллюска, так как могут вызвать патологические изменения в организме моллюска.
<i>Cliona vastifica</i>	Разрушают раковину моллюска. Значительно замедляют рост мидии. Поражают участки мягких тканей мидий, делая их чёрными. Продукты обмена паразита оказывают токсическое действие.
<i>Urustoma cyprinae</i>	Значительно уменьшают массу мягких тканей моллюска.
<i>Proctoeces maculatus</i>	Вызывают замедление роста мидии. Раковины гиперинвазионных мидий становятся хрупкими, края обломаны. Спороцисты вызывают механические повреждения мягких тканей. Подвергаются атрофии почки, мышцы, гонады.
<i>Parvatrema doboisi</i>	Паразитирование метацеркарий мидий сопровождается образованием в мантийной полости жемчуга (снижает промысловую ценность моллюска).
<i>Polydora ciliate</i>	Личинки паразита строят первичные жилые трубки вдоль годовых колец мидии. Взрослые черви перфорируют раковину хозяина, наблюдаются патологические изменения внутренней поверхности (коричневые полосы, бугры, борозды, вздутия, блистеры).
<i>Mytilicola intestinalis</i>	Вызывает метапластические изменения эпителия кишечника моллюска. Иногда проникают в пищеварительную железу. Также паразиты оказывают влияние на фильтрационную активность и дыхание мидии, на содержание липидов, протеинов, воды в тканях, на массу мягких тканей.
<i>Odostomia rissoides</i> , <i>O. pallida</i>	Поселяясь у вентрального края раковины вводят хоботок в мягкие ткани мидии и питается кровью или тканевыми жидкостями.
<i>Gastrochaena dubia</i> , <i>Petricola lithophoga</i>	Эктопаразиты. Разрушают раковину моллюска, просверливая отверстия диаметром около 2 мм.

**Выводы**

В результате проделанной работы были изучены основные паразиты черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis*), отнесённые к 9 классам. Встречаются как экто-, так и эндопаразиты. Первые разрушают раковину моллюска, а вторые поражают различные органы: мантия, почки, гонады, мышцы, пищеварительный тракт и другие, а также приводят к полной стерильности хозяев и уменьшают массу.

При введении мидий в марикультуру особое значение приобретает изучение его паразитофауны, так как при искусственном скоплении на ограниченном пространстве большого количества особей одного вида возникает опасность вспышки заболеваний.

Изучение паразитофауны мидий особенно необходимо для повышения выхода продукции на мидийных хозяйствах, так как наличие паразитов влияет на рост и развитие моллюска, на способность размножаться и на товарный вид.

**Литература**

- Гаевская А.В.** Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, Mytilidae). 1. Простейшие (Protozoa). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006.
- Гаевская А.В.** Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, Mytilidae). 6. Полихеты (Polychaeta). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008.
- Гаевская А.В.** Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, Mytilidae). 8. Губки (Porifera). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.
- Гаевская А.В., Губанов В. В.** Паразиты, комменсалы и болезни черноморской мидии. Киев: Наук. думка, 1990.
- Супрунович А.В., Макаров Ю.Н.** Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: мидии, устрицы, гребешки, раки, креветки. Киев: Наук. думка, 1990.

УДК 504.453

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Р. АЛЕЙКА (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.А. Цупикова, Ю.С. Костыря

*Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия*

E-mail: yuliya\_l25@mail.ru

Бассейн р. Алейки расположен в северной части Самбийского полуострова, на территории Зеленоградского района Калининградской области. Она берёт начало на Самбийском крупнохолмистом грядовом плато поблизости от пос. Романово на высоте 40 м над ур. м. на глиняных и валунных отложениях конечной и основной морены различного механического состава с избыточным увлажнением, с дерновыми и дерново-слабо- и среднеподзолистыми песчаными и супесчаными окультуренными почвами, широколиственно-хвойной и разнотравно-луговой растительностью (Орленок, 2002). Река имеет смешанное питание, с преобладанием дождевого. Как следствие, её особенностью является возникновение частых паводков в любое время года.

Река относится к категории малых водотоков: её длина 12 км, площадь водосборного бассейна — около 41 км<sup>2</sup>. Донные осадки представлены песком различных фракций, мелким гравием, галькой; в верхнем течении у берегов — ил. В верховьях р. Алейки её долина неширокая, но глубокая, берега местами обрывистые. Течение быстрое, река на этом участке принимает два небольших притока. В средней части она течёт в довольно широкой заболоченной долине. В нижнем течении река превращается в широкий, более 5 м, мелиоративный канал. В этой части она принимает множество притоков, формирующих довольно густую мелиоративную сеть. Один из правых притоков соединяет р. Алейку с мелиоративным каналом, впадающим в р. Медвежьё. Река впадает в Балтийское море.

По данным государственного водного реестра России р. Алейка относится к Балтийскому бассейновому округу (российская часть бассейна Балтийского моря в Калининградской области) (Государственный водный реестр ... , 2018). Она является рекой высшей рыбохозяйственной категории, будучи местом нереста и нагула ценных видов рыб, та-

ких как лосось, кумжа, угорь.

На своём протяжении водоток протекает через четыре населённых пункта, с общим населением 1 444 человека по состоянию на 2017 г. (Муниципальное образование ... , 2018). На р. Алейка практически отсутствует водоохранная зона, что способствует выносу загрязнений с сельскохозяйственных угодий на всем протяжении реки (рис. 1).



Рис. 1. Река Алейка у садового товарищества «Чайка», март 2018 г. (фото автора)

В работе были использованы данные рейдовых наблюдений на р. Алейка, периодически проводимых кафедрой ихтиологии и экологии. Пробы воды, помимо приустьевого участка (ст. 1 расположена в 150 м выше места впадения реки в море), отбирались с железнодорожного моста (ст. 2), и в верхнем течении, вблизи пос. Романово (ст. 3) (см. рис. 2).

В марте 2018 г. исследуемый водоток был замусорен на большом протяжении (в русле реки обнаружены ветки, пластиковые бутылки). В местах отбора проб наблюдались полосы ледяного покрова. В районе пос. Рошино СНТ «Чайка» проводятся работы по очищению русла реки (рис. 3), здесь отмечена повышенная мутность воды вследствие взмучивания илистых донных отложений.

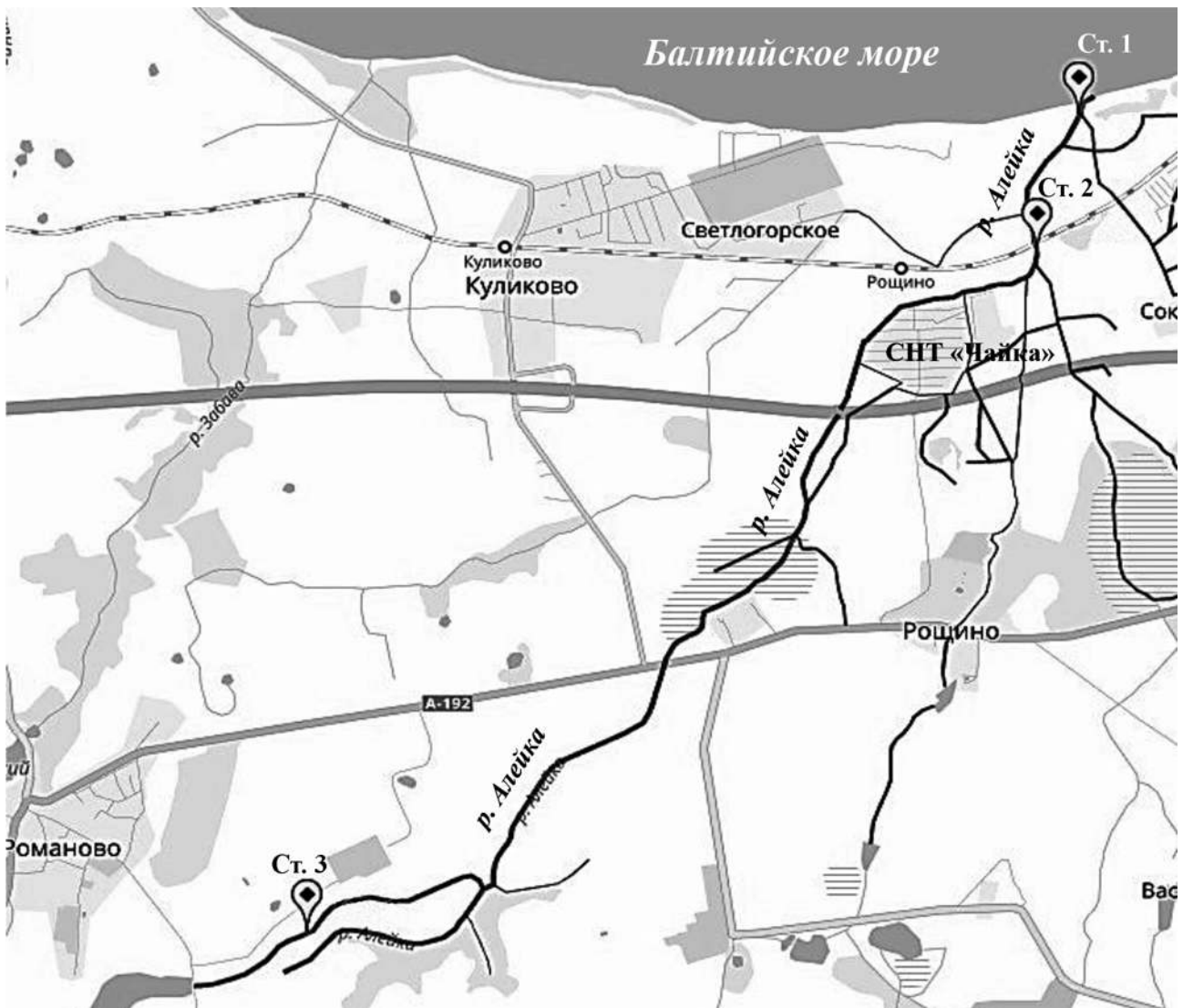


Рис. 2. Расположение станций мониторинга на р. Алейка



Рис. 3. Расчистка русла р. Алейка, март 2018 г. (фото автора)

В ходе гидрохимического анализа были определены следующие показатели: растворенный кислород, величина перманганатной окисляемости, содержание азота аммонийного, фосфатов, нитритов, общего железа, по-

зволяющие оценить экологическое состояние водного объекта. Данные, представленные в результатах, осреднены по станциям.

В рассматриваемый период в целом в водотоке складывались довольно благоприятные кислородные условия, несколько сниженные значения наблюдались в марте 2018 г. (см. рис. 4). Это может быть связано с наблюдавшимся перед этим довольно длительным периодом с низкими температурами воздуха и сильными морозами (до минус 15 °С). В результате этого ледостав на реке продлился почти два месяца.

Количество легкоокисляемых органических веществ было подвержено большим колебаниям, хорошо заметны отдельные, не согласованные по месяцам подъёмы и спады величины перманганатной окисляемости, которые, вероятно, в значительной степени

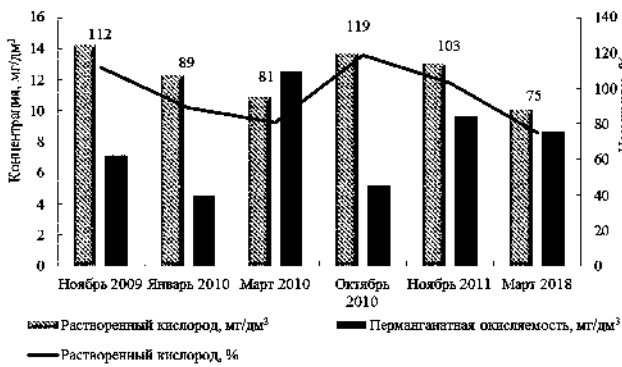


Рис. 4. Растворенный кислород ( $\text{мг}/\text{дм}^3$  и %) и перманганатная окисляемость ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ )

обусловлены погодными условиями конкретного года. Так, в соответствии с классификацией О.А. Алекина (Гидрология ..., 2008) она менялась от малой в январе и октябре 2010 г. (менее  $5 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ) до средней в ноябре 2009 и 2011 г. и в марте 2018 г. (менее  $10 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ). Максимальное значение наблюдалось в марте 2010 г. (более  $12 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ) — повышенная окисляемость (рис. 4). Такие колебания, когда максимум наблюдается вне вегетационного периода, свидетельствует о подверженности вод реки как внешнему, так и вторичному загрязнению.

Содержание биогенных веществ в естественных условиях является важнейшим показателем кормности водотока. Однако в условиях интенсивного загрязнения, которому может подвергаться р. Алейка, они утрачивают своё лимитирующее значение и служат дополнительным индикатором загрязнения.

Наиболее важными питательными веществами являются азотсодержащие соединения. Однако повышенная концентрация ионов аммония является индикатором ухудшения санитарного состояния реки, воды которой по содержанию азота аммонийного можно оценить как загрязнённые (ГОСТ 17.1.2.04-77 ..., 2000). В течение исследованного периода оно существенно превышало ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения, что может быть связано с поступлением сточных вод из посёлков и диффузного выноса с сельскохозяйственных территорий (рис. 5).

Содержание нитритов в течение большей части рассматриваемого периода было в

пределах нормы (рис. 5). Однако в марте 2010 и 2018 г. находились на пределе этой нормы (более  $0,19 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ), что совпадает с моментами наибольшего подъёма концентраций азота аммонийного.

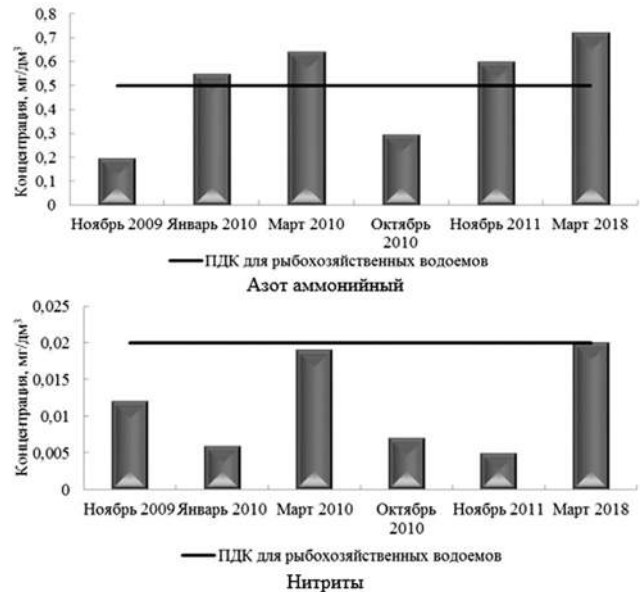


Рис. 5. Азотсодержащие вещества,  $\text{мг}/\text{дм}^3$

Содержание фосфатов, как и нитритов, не превышало нормативных значений (рис. 6) в течение всего периода наблюдений.

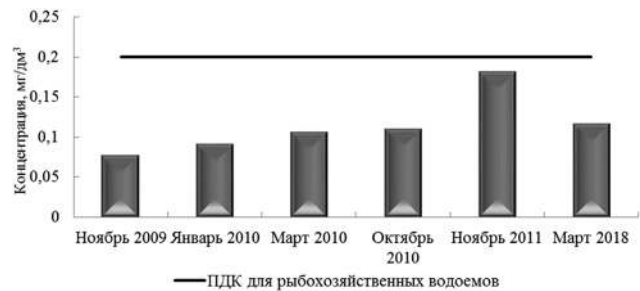
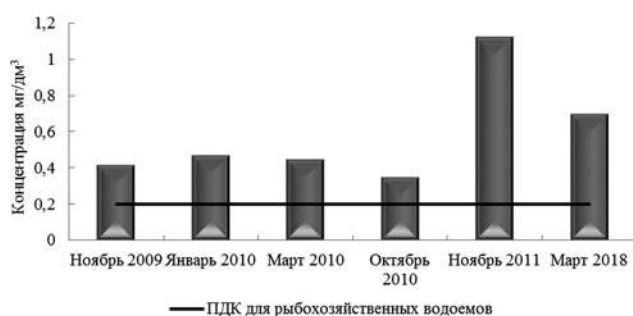


Рис. 6. Фосфаты,  $\text{мг}/\text{дм}^3$

Содержание общего железа достаточно высоко. Особенностью гидрохимического режима рек Калининградской области является высокое содержание железа, что связано с составом геологических структур (Государственный доклад ..., 2017). Высокая концентрация в ноябре 2011 г. (более  $1 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ) могла стать следствием предшествовавшего засушливого периода, а в марте 2018 г. (около  $0,7 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ) — ледостава. В обоих случаях это привело к снижению водности реки и увеличению доли грунтовых вод в её питании (см. рис. 7).

Рис. 7. Железо общее, мг/дм<sup>3</sup>

Хотя, как правило, малые реки обладают сниженной способностью к самоочищению, р. Алейка сохраняет довольно высокое качество вод. В соответствии с нормативами качества воды для объектов рыбохозяйственного назначения (Приказ ... , 2016) воды р. Алейка, по большинству рассмотренных показателей

отвечают предъявляемым требованиям. Отдельные превышения по некоторым веществам (азот аммонийный, железо общее) могут быть связаны с особенностями погодных условий в конкретный месяц.

Несмотря на то, что, протекая по густозаселённой и в хозяйственном отношении высоко освоенной местности, р. Алейка испытывает значительную антропогенную нагрузку, согласно ГОСТ (ГОСТ 17.1.2.04-77 ... , 2000) её воды по большинству исследованных показателей оцениваются как «чистые», что соответствует олигосапробному классу. Однако по некоторым биогенным элементам (азот аммонийный и фосфаты) относятся к категории «загрязнённые» — β-мезосапробный класс.

### Литература

Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика: учеб. пособие / Т.А. Берникова [и др.]. М.: Колос, 2008.

ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. С. 51—62.

Государственный водный реестр — река Алейка [Электронный ресурс]. URL: <http://textual.ru/gvg/index.php> (дата обращения 10.03.2018).

Государственный доклад «Об экологической обстановке в Калининградской области в 2016 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Калининградской области. Калининград, 2017.

Муниципальное образование Зеленоградский городской округ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zelenogradsk.com/rayon/general-information/> (дата обращения 26.02.2018).

Орленок В.В. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002.

Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». М., 2016.

УДК 597.591.531.22/.29

### ПИТАНИЕ МАССОВЫХ ХИЩНЫХ РЫБ КАМЕНИСТОЙ СУБЛИТОРАЛИ ВОСТОЧНОГО ЮЖНОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

В.В. Шаганов, П.И. Дончик

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия*

E-mail: vshaganov@yandex.ru

Хищные рыбы играют важную роль в трофической цепи прибрежных сообществ Чёрного моря, участвуя в переносе веществ и энергии, а также служат определённым механизмом регуляции численности популяций

гидробионтов. В данной работе приводятся результаты исследования питания двух массовых демерсальных хищных рыб каменистой сублиторали Чёрного моря в районе юго-восточного побережья Крыма.

### Материал и методы

Основной материал для данной работы был собран в 2014—2016 гг. в районе бух. Двужорная (г. Феодосия), п-ова Киик-Атлама (пгт. Орджоникидзе) и Карадага (пгт. Курортное).

Отлов рыб осуществляли жаберными сетями с ячейей 15—35 мм и донными ловушками.

Качественный и количественный состав пищи рыб изучали на свежем или фиксированном 4%-м формалином материале. Проводили таксономическую идентификацию объектов питания и оценку их количественных показателей — частоты встречаемости (Руководство..., 1961; Методическое пособие..., 1974). Частоту встречаемости объектов питания выражали как процентное отношение числа желудков, содержащих данный пищевой компонент, к общему числу исследованных желудков.

### Результаты и обсуждение

**Трёхусый морской налим** — *Gaidropsarus mediterraneus*. Трёхусый морской налим — массовый холодноводный вид, наиболее многочисленный в период с ноября по апрель. В районе исследований данный вид нами был отмечен в диапазоне глубин 0,1—4 м.

По типу питания морской налим относится к сумеречно-ночным хищникам с зимними максимумом пищевой активности.

Состав пищи трёхусого морского налима формируется преимущественно из представителей фауны каменистой сублиторали. Согласно нашим данным, в пищевых комках данного вида были обнаружены пищевые объекты, относящиеся к 4 крупным таксонам — многощетинковые черви (Polychaeta), ракообразные (Crustacea), брюхоногие моллюски (Gastropoda) и рыбы (Pisces) (рис. 1).

Ведущую роль в питании занимали ракообразные, значение которых по частоте встречаемости составляло 72,1 %. Из этой группы в пище морского налима доминировали Decapoda (36,0 % по частоте встречаемости) — крабы (*Pilumnus hirtellus*, *Xantho poressa*, *Macropipes holsatus*) и креветки (*Palaeomon elegans*). Из остальных представителей ракообразных были обнаружены Amphipoda

(3,2 %), Isopoda (6,5 %) и Tanaidacea (18,0 %).

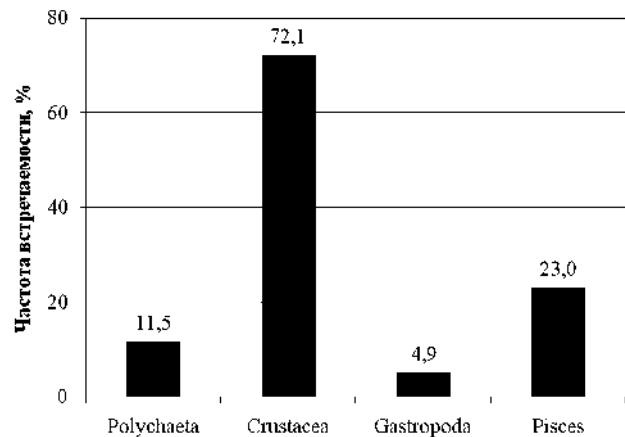


Рис. 1. Частота встречаемости пищевых объектов у трёхусого морского налима

Рыбы занимали второе место по частоте встречаемости (23,0 %), и были представлены 4 видами — хамса *Engraulis encrasicolus*, атерина *Atherina sp.*, глазчатый губан *Crenilabrus ocellatus* и морской ёрш (*Scorpaena porcus*).

Брюхоногие моллюски и многощетинковые черви имели второстепенное значение в питании трёхусого морского налима и встречались редко — 4,9 и 11,5 % частоты встречаемости соответственно.

### Морской ёрш — *Scorpaena porcus*.

Морской ёрш — доминирующий тепловодный вид каменистой сублиторали данного района, отмеченный с марта по ноябрь. В районе исследований морской ёрш нами был отмечен в диапазоне глубин 0,2—8 м. Отдаёт предпочтение валунно-глыбовому навалу с глубинами от 1 до 8 м. Реже встречается в зоне наката на гальке и мелких валунах.

Морской ёрш является донным хищником-засадчиком, активным преимущественно в утренние и вечерние сумеречные часы. Максимум его пищевой активности наблюдается в весенне-летнее время.

Согласно нашим данным, в пищевых комках морского ерша были обнаружены пищевые объекты, относящиеся к 3 крупным таксонам — многощетинковые черви (Polychaeta), ракообразные (Crustacea) и рыбы (Pisces) (рис. 2).

Доминирующее положение по частоте встречаемости в пищевых комках исследованных особей ерша занимали ракообразные (33,8 %), главным образом Decapoda



(28,5 %) — крабы (*Pilumnus hirtellus*, *Xantho poressa*, *Macropipes holsatus*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Eriphia verrucosa*) и креветки (*Palaeomon elegans*). Другие группы ракообразных по частоте встречаемости имели значительно более низкое значение — Amphipoda — 0,6 %, Isopoda — 2,5 %.

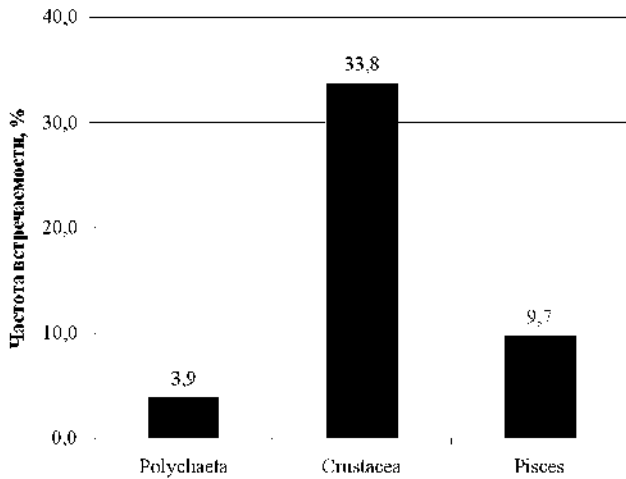


Рис. 2. Частота встречаемости пищевых объектов у морского ерша

Рыбы по частоте встречаемости находились на втором месте и составляли 9,7 % частоты встречаемости. В желудках ершей были отмечены главным образом донно-при-

брежные виды (морские собачки Blenniidae, песчанка *Gymnammodytes cicerelus*, морской конёк *Hippocampus hippocampus*, рыба-уточка *Lepadogaster sp.*, трёххусый морской налим, черноморская барабуля *Mullus barbatus ponticus*, глазчатый губан), а также пелагические мигранты — атерина, хамса и черноморская ставрида. Все рыбы в пищевых комках встречались единичными экземплярами.

Многощетинковые черви были отмечены единично у молодых особей, и составляли 3,9 % по частоте встречаемости.

### Заключение

Согласно вышеприведённым данным, состав и частота встречаемости пищевых объектов трёххусого морского налима и морского ерша в целом схожи, что предполагает возникновения определённых конкурентных отношений между этими хищниками. Особенно это относится к двум группам, доминирующим по частоте встречаемости у обоих видов — ракообразным и рыбам. Однако, на наш взгляд, различия в сезонной пищевой активности данных рыб исключают возникновения между ними конкуренции и способствуют более эффективному использованию кормовых ресурсов каменистой сублиторали данного района.

### Литература

- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / Е.В. Боруцкий [и др.]. М.: Высш. шк., 1974.
- Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях / отв. ред. акад. Е.Н. Павловский. М.: Изд-во АН СССР, 1961.

УДК 639.3/.6:639.64

## ВЛИЯНИЕ РЫБЫ-ВСЕЛЕНЦА РОТАНА (*PERCCOTTUS GLENII*) НА ИХТИОФАУНУ МАЛЫХ ВОДОЁМОВ РОССИИ

Д.Д. Шинкаренко

Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия

E-mail: rusakova1950@bk.ru

Проблема инвазий чужеродных видов признана глобальной экологической проблемой. Стихийное или случайное расселение несвойственных региону (водоёму) видов рыб приводит к изменению биоценологических отношений (Влияние чужеродных видов ... , 2013) и является большой угрозой для биоразнообразия, включая сокращение и полное исчезновение аборигенных сообществ. По-

этому изучение биологии рыб-вселенцев и выяснение их роли в экосистемах водоёмов приобретает существенное значение, как в научном, так и в практическом смысле (Кириленко, Шемонаев, 2017).

Цель работы: на основе литературных данных выявить влияния ротана (*Perccottus glenii*) на ихтиофауну малых водоёмов России.

Одним из ярких примеров чужеродных инвазий является ротан или головешка (лат. *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877) — вид рыб семейства Odontobutidae, существенно расширивший свой ареал за вторую половину XX и начало XXI в. Нативная часть ареала ротана охватывает бассейны Среднего и Нижнего Амура и ряд сопредельных речных систем (Никольский, 1956), приобретённая часть — Восточная и Центральная Европа, Западная Сибирь, юг Центральной и Восточной Сибири (Соколов, Жуков, 2016). Данный вид включён в перечень вселенцев, относящихся к приоритетным мишеням для исследований и контроля.

У ротана отличная приспособленность перебираться из водоёма в водоём благодаря наличию на икре клейких нитей. За последние десятилетия, активно осваивая новые территории, он охватывает водоемы Евразии. К настоящему времени за пределами своего нативного ареала ротан отмечен в бассейнах рек Висла, Преголя, Неман, Даугава, Великая, Нева, Онега, Северная Двина, Обь, Енисей, Дунай, Днестр, Днепр, Дон, Волга, Урал, в верховьях бассейна р. Амур (Решетников, 2009). Обладая широкими адаптационными возможностями, вид успешно осваивает водоёмы, схожие по своим показателям с водоёмами его нативного ареала — заводи рек, озёра, болота, пруды (Кириленко, Шемонаев, 2017).

Начало экспансии этого вида в водоёмы западной части Евразии началось в 1916 г., вследствие неосторожных перевозок людьми на значительные расстояния и последующего саморасселения в пределах водных бассейнов, а также вследствие вторичных (местных) перевозок людьми.

Естественный ареал ротана — бассейн Амура, на юг до Владивостока и полуострова Корея. В 1877 г. ротан был завезён в Европейскую часть России. В 1916 г. его вселили в садковый пруд под Петербургом, где он успешно прижился. Вторично завезён в 1948 г. в ряд прудов и озёр Подмосковья. В конце XX в. он освоил многие водоёмы бассейнов Балтийского, Белого, Чёрного и Каспийского морей. В настоящее время встречается в мелких водоёмах

Московской, Ленинградской, Калининградской, Самарской и Нижегородской областей. В нативной и инвазийной частях ареала ротан населяет преимущественно старицы рек, мелководья озёр и разнообразные пруды.

Ротан также является не только чужеродным видом, но и переносчиком опасных заболеваний, вызванных паразитами, которые могут нанести непоправимый вред аборигенным сообществам. По данным С.Г. Соколова и А.Я. Мошу ротан подвержен таким паразитам как эктомиксоспоридии, кишечные кокцидии, метацеркарии, нематоды и другие.

Удивителен и широк диапазон питания — от дафний до рыб. Исследования питания ротана показали, что спектр пищевых объектов вида широк и включает 48 таксонов организмов. Доминирующими группами являются молодёжь рыб и насекомые. Молодь рыб составила 48,5 % по частоте встречаемости и 69,8 % массы пищевого комка. В основном это собственная молодёжь. Кроме собственной молодёжи в пище обнаружены верховка *Leucaspis delineatus* и карась *Carassius gibelio* (Кириленко, Шемонаев, 2017). В этой связи многие учёные считают, что если не принять срочных мер для предотвращения дальнейшего распространения ротана, то вскоре во многих водоёмах он может оказаться единственным объектом любительского рыболовства. Поэтому, необходимо регулировать численность ротана в водоёмах. Для этого необходимы разведение хищников (щука), питающихся ротаном, и поиск новых биологических или других методов, либо проводить осушение водоёмов.

Вывод. Ротан является опасным инвазивным видом, широко распространяясь за пределы своего естественного ареала, он способен вступать в пищевую конкуренцию с другими видами рыб и активно выедать их икру и молодёжь. В малых водоёмах ротан постепенно вытесняет верховку (*Leucaspis delineates*) и карася (*Carassius gibelio*) этому способствует не только его исключительная жизнестойкость, но и другие черты биологии.

### Литература

Влияние чужеродных видов гидробионтов на структурно-функциональную организацию экосистемы Саратовского водохранилища / И.А. Евланов [и др.]. // Известия Самарского

научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3 (7). С. 2277—2286.

**Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В.** Данные о морфологии и биологии ротана-головешки *Perccottus glenii* ДУВОВСКИ, 1877 из озера Круглое Мордовинской поймы Саратовского водохранилища // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011 Т. 13, № 1. С. 207—210.

**Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В.** Особенности биологии чужеродного вида рыб — ротана-головешки *Perccottus glenii* — в ихтиосообществах пойменных водоёмов (на примере Самарской области) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 1. С. 21—27.

**Никольский Г.В.** Рыбы бассейна Амура. М.: Изд-во АН СССР, 1956.

**Решетников А.Н.** Современный ареал ротана *Perccottus glenii* ДУВОВСКИ, 1877 (Odontobutidae, Pisces) в Евразии // Рос. журн. биол. инвазий. 2009. № 1. С. 22—35.

**Соколова С.Г., Жуков А.В.** Функциональное разнообразие паразитарных населений ротана *Perccottus glenii* ДУВОВСКИ, 1877 (Actinopterygii: Odontobutidae) и структура ареала хозяина // Известия РАН. Серия биологическая. 2017. № 3. С. 322—328.

УДК 639.446

## ЛИЧИНКИ ПРОМЫСЛОВЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ В ПЛАНКТОНЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АКВАТОРИИ О. ПУТЯТИН

Н.В. Щербакова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток,  
Россия

E-mail: natalya.shcherbakova@tinro-center.ru

Акватория о. Путятин, расположенного в восточной части залива Петра Великого, является естественным местообитанием промысловых двустворчатых моллюсков, таких как приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis*, тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus* и гигантская устрица *Crassostrea gigas*. В последние годы вопрос культивирования двустворчатых моллюсков становится все более актуальным в связи с возрастающим спросом и сокращением их естественных запасов. В прибрежье Приморья культивированием двустворчатых моллюсков занимаются более 30 хозяйств, которые используют экстенсивные технологии. Для оценки перспективности использования коллекторного метода сбора спата двустворчатых моллюсков на участках марикультуры необходимо изучить состояние их естественного воспроизводства, в частности пелагический период развития. При этом интенсивность спата двустворчатых моллюсков на коллекторы определяется плотностью личинок в планктоне, особенно в стадии оседания. Наиболее точный прогноз сроков и интенсивности оседания спата дают регулярный отбор планктонных проб и опре-

деления в них численности и стадий развития личинок. Появление личинок в планктоне в стадии оседания свидетельствует о том, что спат на коллекторах следует ожидать в ближайшие дни.

Целью проводившихся работ в 2013—2016 гг., являлось исследование качественного и количественного состава личинок промысловых двустворчатых моллюсков в планктоне юго-восточной акватории о. Путятин, установление периодов появления, стадий развития и оседания личинок, определение величины их плотности. Оценка спата двустворчатых моллюсков на коллекторах.

Планктонные исследования в 2013—2016 гг. проводили на юго-восточной акватории о. Путятин (на участке марикультуры ООО «Нептун») в летний период. Планктонные пробы отбирали с периодичностью раз в 10 дней на трёх станциях (рис. 1). Орудием лова служила модифицированная сеть Апштейна с диаметром входного отверстия 25 см и фильтрующим конусом из газа № 55. Одновременно с отбором планктона на каждой станции проводили измерения температуры воды в поверхностном слое. Фиксировали и

обрабатывали пробы по стандартной методике (Куликова, Колотухина, 1989). Идентификацию, подсчёт и промеры личинок осуществляли при помощи микроскопа МБС-10, при увеличении  $8\times 4$ . Для определения стадий развития личинок проводили измерения длины их раковин с точностью до 25 мкм. Сроки начала оседания личинок определяли по времени появления великонхов поздних стадий. Численность оседания двустворчатых моллюсков оценивали на стандартных коллекторах для сбора спата приморского гребешка. Переборку гребешковых коллекторов проводили осенью в октябре.



Рис. 1. Карта-схема планктонных станций на юго-восточной акватории о. Путятин (на участке марикультуры ООО «Нептун»)

С начала отбора планктонных проб в 2013—2016 гг. температура в поверхностном слое воды юго-восточной акватории о. Путятин имела значения выше 10 °С, благоприятные для начала нереста бореальных видов, таких как приморский гребешок и тихоокеанская мидия. Из четырёх лет более тёплым был 2014 г., максимальное значение поверхностной температуры воды в августе достигло 23 °С, самым холодным оказался 2016 г. (рис. 2).

В ходе проведённых исследований в 2013—2016 гг. в планктоне юго-восточной акватории о. Путятин встречались личинки приморского гребешка, тихоокеанской мидии и гигантской устрицы. Плотность личинок промысловых моллюсков в планктоне исследуемой акватории изменялась от 1 до 48 экз./м<sup>3</sup> (табл. 1).

Личинки приморского гребешка *M. yessoensis* на юго-восточной акватории о. Путятин в 2013 г. встречались в июле с плотностью 3—20 экз./м<sup>3</sup>. Размер раковины личинок варьировал от 200 до 260 мкм, особи на стадии оседания появились в первой декаде июля. В 2014 г. личинки приморского гребешка обнаружены в конце июня с плотностью 2 экз./м<sup>3</sup>.

В 2015 г. личинки приморского гребешка на исследуемой акватории встречались в планктоне в течение месяца, с конца мая по конец июня с плотностью 1—6 экз./м<sup>3</sup>, в 2016 г. — с начала июня по начало июля с

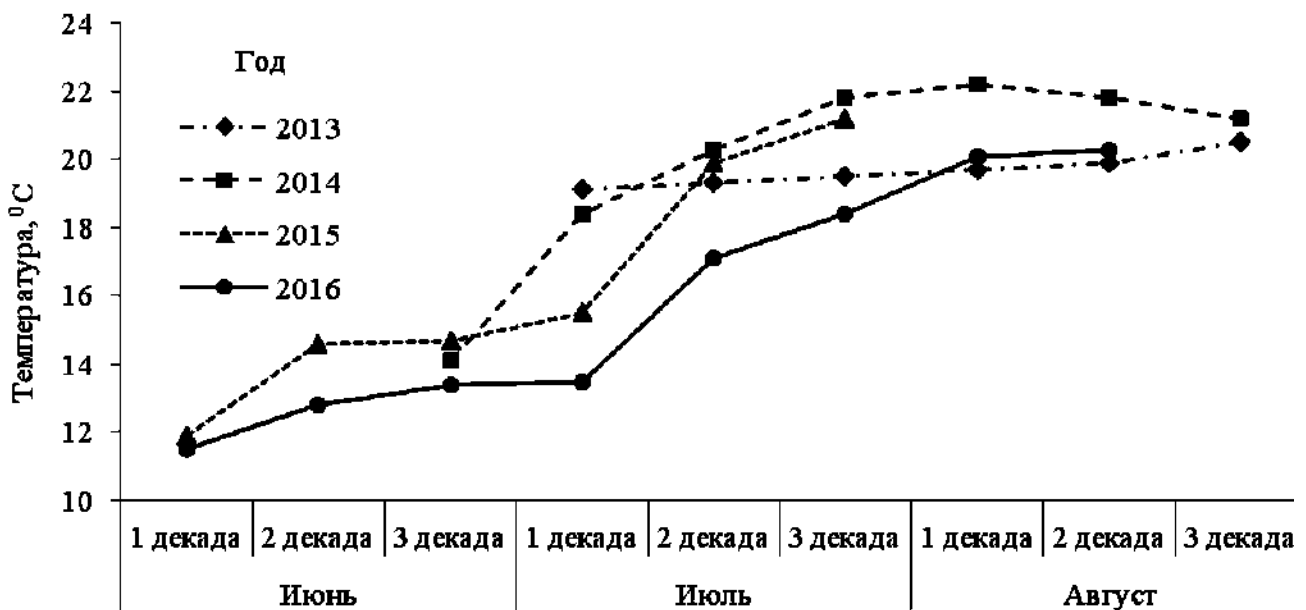


Рис. 2. Изменение средней поверхностной температуры воды на юго-восточной акватории о. Путятин летом 2013—2016 гг.

Таблица 1

Личинки промысловых двустворчатых моллюсков на юго-восточной акватории о. Путятин летом 2013—2016 гг.

Вид	Год	Период встречаемости	Диапазон плотности, экз./м <sup>3</sup>	Появление на стадии оседания	Диапазон температуры, в слое 0—0,5 м, °С
Приморский гребешок <i>Mizubopecten yessoensis</i>	2013	10.07—23.07	3—20	1 декада июля	18,8—20,4
	2014	24.06	2	—	14,2
	2015	29.05—07.07	1—6	1 декада июня	11,5—16,0
	2016	02.06—10.07	1—7	2 декада июня	10,7—16,0
Тихоокеанская мидия <i>Mytilus trossulus</i>	2013	10.07—23.07	3—48	1 декада июля	18,8—20,4
	2014	24.06—22.08	2	3 декада июня	14,0—23,0
	2015	09.06—28.07	1—16	3 декада июня	11,8—22,0
	2016	02.06—06.08	1—8	3 декада июня	11,5—20,4
Гигантская устрица <i>Crassostrea gigas</i>	2013	10.07	11	—	17,2
	2014	20.07	1—5	2 декада июля	19,8—20,0
	2015	01.08	2	—	19,7—20,0
	2016	06.08	1	—	18,4

плотностью 1—7 экз./м<sup>3</sup> на разных станциях. Длина раковины личинок изменялась в пределах 200—275 мкм. В 2015 г. четвертая часть особей имела размеры раковины 260 мкм и более, т.е. находилась в стадии оседания к концу первой декады июня. В более холодный 2016 г. третья часть личинок находилась на стадии оседания только к концу второй декады июня. Температура воды у поверхности в годы исследований в период развития личинок гребешка варьировала от 10,7 до 20,4 °С.

Согласно ранним исследованиям личинки приморского гребешка у берегов Приморья встречаются в планктоне со второй декады мая по август при температуре воды от 7 до 24 °С. В зал. Петра Великого они появляются во второй половине мая — в июне. У северо-западного побережья о. Русский наиболее высокие плотности личинок приморского гребешка (максимальная 491 экз./м<sup>3</sup>) отмечены в 2003—2005 гг. при температуре в поверхностном слое воды от 12 до 20 °С. Личинки гребешка на стадии оседания (250 мкм и более) в зал. Петра Великого появляются в конце мая — в июне (Куликова, Колотухина, 1989; Ляшенко, 2008; 2012).

Личинки тихоокеанской мидии *M. trossulus* в 2013 г. на юго-восточной акватории о. Путятин встречались в июле с плотностью 3—48 экз./м<sup>3</sup>. В 2014 г. личинки мидии встречались с конца июня по конец августа с плотностью 2 экз./м<sup>3</sup>. В 2015 г. личинки

тихоокеанской мидии на исследуемой акватории встречались в течение двух месяцев июнь—июль с плотностью 1—16 экз./м<sup>3</sup>. В 2016 г. личинки данного вида встречались с начала июня по начало августа с плотностью 1—8 экз./м<sup>3</sup> (см. табл. 1). Длина раковины личинок тихоокеанской мидии в разные годы изменялась в пределах 225—350 мкм. В период встречаемости большая часть личинок мидии находилась в стадии крупных великонхов (стадия оседания) с размерами раковины 250 мкм и более. Температура воды у поверхности в годы исследований в период развития личинок тихоокеанской мидии изменялась в диапазоне от 11,5 до 23,0 °С.

По литературным данным личинки тихоокеанской мидии *M. trossulus* у берегов Приморья в планктоне встречаются с третьей декады мая по первую декаду октября, при температуре воды у поверхности 10—28 °С. На акватории зал. Петра Великого они появляются в мае — июне. Период массового развития личинок в заливе регистрировали с третьей декады мая по июль. Наиболее высокие плотности личинок мидии, до 3—9 тыс. экз./м<sup>3</sup>, были зарегистрированы в полужакрытых бухтах зал. Посьета, Амурского залива и в зал. Восток. Оседание личинок *M. trossulus* в заливах Посьета и Амурском начинается в первой или второй декады июня, на акватории от бух. Анна до зал. Находка — с третьей декады июня по вторую декаду июля (Радовец, 2004;

Омельяненко, Куликова, Погодин, 2004; Ляшенко, 2008).

Личинки гигантской устрицы *S. gigas* в 2013 г. на юго-восточной акватории о. Путятин обнаружены в конце первой декады июля с плотностью 11 экз./м<sup>3</sup>. В 2014 г. личинки устрицы в исследуемом районе обнаружены в конце второй декады июля с плотностью 1—5 экз./м<sup>3</sup>, в 2015 и 2016 г. — в начале августа с плотностью 1—2 экз./м<sup>3</sup> (см. табл. 1). Длина раковины личинок данного вида в годы исследований изменялась от 200 до 325 мкм. Часть особей личинок устрицы (с длиной раковины 300 мкм и более) в июле 2014 г. находилась в стадии оседания. Температура воды у поверхности в годы исследований в период развития личинок гигантской устрицы изменялась в диапазоне от 17,2 до 20,0 °С.

Согласно исследованиям разных авторов у берегов Приморья личинки гигантской устрицы встречаются в основном в районах зал. Петра Великого, с июня по сентябрь. Наибольшие их плотности зарегистрированы в зал. Посыета и мелководных районах Амурского залива. В северной части Амурского залива наблюдается ежегодное раннее появление личинок устрицы, их высокие плотности (ежегодный максимум от 1 103 экз./м<sup>3</sup>), в том числе и на стадии оседания. В этом районе, где происходит ранний устойчивый прогрев воды, складываются наиболее благоприятные условия для воспроизводства данного вида (Ляшенко, 2008; Ляшенко, Гостюхина, Щербакова, 2017).

При переборке гребешковых коллекторов на участке марикультуры ООО «Нептун» осенью 2013 г. обнаружена молодь при-

морского гребешка и тихоокеанской мидии. Плотность приморского гребешка на коллекторах в среднем составила 260 экз./коллектор (табл. 2). Высота раковины моллюсков изменялась в пределах 5,5—22,5 мм, при среднем значении 15,1 мм. Средний вес моллюсков составил 0,3 г. Плотность тихоокеанской мидии на коллекторах изменялась в пределах 970—2 120 экз./коллектор, при среднем значении 1 700 экз./коллектор.

В 2014 г. на участке марикультуры ООО «Нептун» на коллекторах и несущих конструкциях гидробиотехнических сооружений (ГБТС) обнаружена молодь приморского гребешка, тихоокеанской мидии и гигантской устрицы. Высота раковины особей приморского гребешка изменялась в пределах 11,92—41,39 мм, при среднем значении 20,07 мм. Средний вес моллюсков составил 0,96 г. Плотность приморского гребешка в коллекторах в среднем составила 9 экз./коллектор, тихоокеанской мидии — 7 экз./коллектор. Плотность гигантской устрицы на подвесных сооружениях составила 0,2—2,1 экз. на погонный метр при среднем значении 0,7 экз. на погонный метр. Высота раковины особей гигантской устрицы изменялась в пределах 24,4—47,8 мм, при среднем значении 37,8 мм. Средний вес моллюсков составил 47,0 г.

В 2015 г. оседание приморского гребешка на коллекторах на участке марикультуры ООО «Нептун» изменялось от 120 до 310 экз./коллектор, в среднем оно составило 200 экз./коллектор. В 2016 г. оседание приморского гребешка на коллекторах изменялось от 140 до 280 экз./коллектор, в среднем оно составило 250 экз./коллектор.

Таблица 2

Плотность оседания спата промысловых двустворчатых моллюсков на коллекторы на юго-восточной акватории о. Путятин осенью 2013—2016 гг.

Вид	Год	Минимальная плотность, экз./коллектор	Максимальная плотность, экз./коллектор	Среднее значение плотности, экз./коллектор
Приморский гребешок <i>Mizuhopecten yessoensis</i>	2013	130	340	260
	2014	4	15	9
	2015	120	310	200
	2016	140	280	250
Тихоокеанская мидия <i>Mytilus trossulus</i>	2013	970	2 120	1 700
	2014	0	10	7

Согласно литературным данным в разных районах побережья Приморья среднегодовые значения плотности спата гребешка на коллекторах различаются. В настоящее время наибольшие объёмы спата гребешка и товарной продукции получают в зал. Посъета (Гаврилова, Кучерявенко, 2011). При выращивании гигантской устрицы по последним данным масса товарных моллюсков правильной формы с 1 га гидробиотехнических сооружений (ГБТС) в среднем составляет 36 т (масса мягких тканей 4—6 т) (Баранов, Викторская, Дзизюров, 2016).

Таким образом, за годы проведённых исследований (2013—2016 гг.) в планктоне юго-восточной акватории о. Путятин встречались личинки приморского гребешка, тихоокеанской мидии и гигантской устрицы. Плотность личинок промысловых двустворчатых моллюсков в планктоне исследуемой акватории изменялась от 1 до 48 экз./м<sup>3</sup>. Бо-

лее раннее появление личинок приморского гребешка в стадии оседания на акватории о. Путятин отмечено в первой декаде июня, личинок тихоокеанской мидии — в третьей декаде июня. Личинки гигантской устрицы в стадии оседания обнаружены в 2014 г. во второй декаде июля.

По результатам переборки коллекторов на участке марикультуры ООО «Нептун», для бореальных видов, таких как приморский гребешок и тихоокеанская мидия, самым урожайным оказался 2013 г., когда прогрев воды был равномерным без резких перепадов температур. Среднее оседание приморского гребешка на коллекторы в 2013, 2015—2016 гг. изменялось от 200 до 260 экз./коллектор. Для гигантской устрицы — субтропическо-низкобореального вида самым благоприятным оказался более тёплый 2014 г., в котором и произошло её оседание на подвесные сооружения участка марикультуры.

### Литература

**Баранов А.Ю., Викторская Г.И., Дзизюров В.Д.** Перспективы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в дальневосточном регионе // Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19—24 сентября 2016 г.) / под общ. ред. А.В. Гаевской. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С. 342—345.

**Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В.** Продуктивность плантаций двустворчатых моллюсков в Приморье: монография. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2011.

**Куликова В.А., Колотухина Н.К.** Пелагические личинки двустворчатых моллюсков японского моря. Методы, морфология, идентификация. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989.

Ляшенко С.А. Состояние естественного воспроизводства двустворчатых моллюсков в прибрежной зоне южного Приморья и перспективы их культивирования: дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2008.

**Ляшенко С.А.** Сравнительная оценка эффективности коллекторного сбора спата приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (JAY, 1857) в различных районах прибрежной зоны Приморского края // Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление: материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО», 26—28 сентября 2012 года. Петропавловск-Камчатский, 2012. С. 581—589.

**Ляшенко С.А., Гостюхина О.Б., Щербакова Н.В.** Современное состояние естественного воспроизводства тихоокеанской устрицы в Амурском заливе // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: сб. материалов Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Петропавловск-Камчатский, 2017. С. 91—95.

**Омельяненко В.А., Куликова В.А., Погодин А.Г.** Меропланктон Амурского залива (залив Петра Великого Японского моря) // Биол. моря. 2004. Т. 30, № 3. С. 191—207.

**Радовец А.В.** Динамика численности личинок промысловых видов двустворчатых моллюсков в зал. Посъета Японского моря // Проблемы репродукции и раннего онтогенеза морских гидробионтов: Междунар. семинар. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2004. С. 106—109.

УДК 639.4 (262.5)

**РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АКВАТОРИИ МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ В БУХТЕ ЛАСПИ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

С.В. Щуров, Н.П. Ковригина, Е.В. Лисицкая

*Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь, Россия*

E-mail: skrimea@mail.ru

Район бух. Ласпи (Южный Берег Крыма) географически охватывает шельфовую акваторию моря от м. Сарыч до м. Айя. Интерес к этому району обусловлен как его уникальными рекреационными характеристиками, так и оптимальными качествами для развития аквакультуры. Поэтому в акватории восточной части бух. Ласпи была создана ферма по выращиванию мидий, площадью 18 га на глубине 16—20 м.

Мониторинговые исследования в районе фермы сотрудники отдела аквакультуры и морской фармакологии ИБМИ проводили в 2 периода: с 1983 по 1987 г. и с 2007 по 2013 г. В основном изучались особенности распределения гидролого-гидрохимических показателей и меропланктона в тёплый период года. Результаты проведённых исследований показали, что воды бух. Ласпи достаточно аэрированы от поверхности до дна, а незначительные суточные колебания кислорода отражают хорошую сбалансированность продукционно-деструкционных процессов. Благодаря интенсивному водообмену, тенденций накопления биогенных веществ и повышения их концентрации до экологически опасных уровней в районе фермы не наблюдалось (Куфтаркова, Ковригина, Бобко, 1990; Ациховская, Чекуленева, 2002; Куфтаркова, Щуров, 2010). Меропланктон — компонент зоопланктона, образованный пелагическими личинками беспозвоночных, формируется под влиянием взаимодействия гидролого-гидрохимических и биологических факторов и интегрально отражает состояние донных и пелагических сообществ прибрежных вод (Иванов, Мурина, 1999).

Целью настоящей работы является изучение сезонной изменчивости солёности, температуры, режима кислорода и биогенных веществ, а также динамики численности меропланктона на акватории мидийной фермы в бух. Ласпи.

**Материал и методы**

Для решения задач, связанных с дальнейшим использованием акватории бух. Ласпи как ресурса для развития прибрежной марикультуры, в период 2010—2011 гг. выполнены 22 комплексные съёмки, охватывающие все сезоны года. Из гидролого-гидрохимических параметров определяли солёность, температуру, растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, кремний и минеральные формы азота и фосфора. Ежемесячный отбор проб морской воды в районе фермы проводился с поверхности и у дна. Работы выполнены согласно стандартным гидрохимическим методикам (Методы ... , 1988). Меропланктон собирали сетью Джеди (диаметр входного отверстия 36 см, размер ячеек мельничного газа 135 мкм). Облавливали слой воды 10—0 м, глубина 13—15 м. Обработку проб проводили в камере Богорова под стереоскопическим микроскопом МБС-9, личинок предварительно определяли в живом виде, затем фиксировали 4%-м формалином для дальнейшей идентификации.

**Результаты и обсуждение**

Температура и солёность. Известно, что изменчивость температуры морской воды находится в тесной зависимости от колебаний температуры воздуха. Ее сезонная изменчивость определяется двумя основными физическими процессами: прогревом в весенне-летний сезон и охлаждением в осенне-зимние месяцы. Солёность вод Чёрного моря является более консервативной (по сравнению с температурой) характеристикой среды.

Зима 2010 г. была тёплой, что привело к сохранению в феврале и марте температуры воды поверхностного слоя моря (ПСМ) в пределах 9,3—10,2 °С, близких к максимальным многолетним данным. Интенсивный весенний прогрев привёл к увеличению температуры ПСМ до 16 °С к середине мая. Лето 2010 г. было засушливым и аномально жарким. Максимальная температура воздуха (по



данным Ялтинской метеостанции) достигала  $39^{\circ}\text{C}$ , что привело к увеличению температуры ПСМ до  $29^{\circ}\text{C}$  в августе и превысило средние многолетние значения на  $5,0^{\circ}\text{C}$ . В результате стонных процессов в начале июля температура ПСМ кратковременно понижалась. В октябре она была менее  $20^{\circ}\text{C}$ , к декабрю плавно понизилась до  $14^{\circ}\text{C}$  (рис. 1). Анализ распределения величин солёности ПСМ показал, что характер её сезонной изменчивости соответствует классическому типу: падение величин до  $17,30\text{‰}$  в летние месяцы и их подъем до  $17,85\text{‰}$  в зимние.

Зимний сезон 2011 г. можно поделить на два периода: относительно тёплый (декабрь—январь) и холодный (февраль—март). Температура воды в декабре и январе была выше среднемноголетней на  $1,0^{\circ}\text{C}$ . Величины солёности, наблюдаемые в первом периоде, имели минимальные значения ( $17,60\text{—}17,70\text{‰}$ ). Во втором периоде солёность была близка к данным предшествующих лет ( $17,80\text{‰}$ ). Весна 2011 г. была прохладной; к апрелю вода прогрелась до  $10,3^{\circ}\text{C}$ , а к середине мая её температура не превышала  $13,4^{\circ}\text{C}$ . Солёность на поверхности была близка к среднемноголетним значениям.

Наблюдения, полученные в тёплый период (июнь—сентябрь) 2011 г., отличались по своим данным от предшествующих лет. Вертикальное распределение температуры в конце мая — начале июня формировалось в результате интенсивного прогрева вод и нагонных процессов. В июне температура поверхности воды поднялась до  $22^{\circ}\text{C}$ , а солёность понизилась до  $17,2\text{‰}$ , и была ниже среднемноголетней ( $17,70\text{‰}$ ). Понижение солёности в июне, вероятно, связано с поступлением распреснённых азовоморских вод. В результате воздействия ветров западной, северо-западной четвертей в период с 13 июня по 14 июля неоднократно наблюдался апвеллинг. Температура воды понижалась с  $22$  до  $9,5^{\circ}\text{C}$ , а значения солёности повышались до  $17,85\text{‰}$ . И только с середины июля ход температуры и солёности воды стал близок к средним многолетним данным. В середине июля температура ПСМ достигла максимального значения  $25^{\circ}\text{C}$ , но влияние холодных вод продолжалось весь тёплый период. Осенью 2011 г. значения температуры и солёности были близки к средним многолетним данным (см. рис. 1).

Растворённый кислород. Распределение кислорода подвержено сезонному изменению

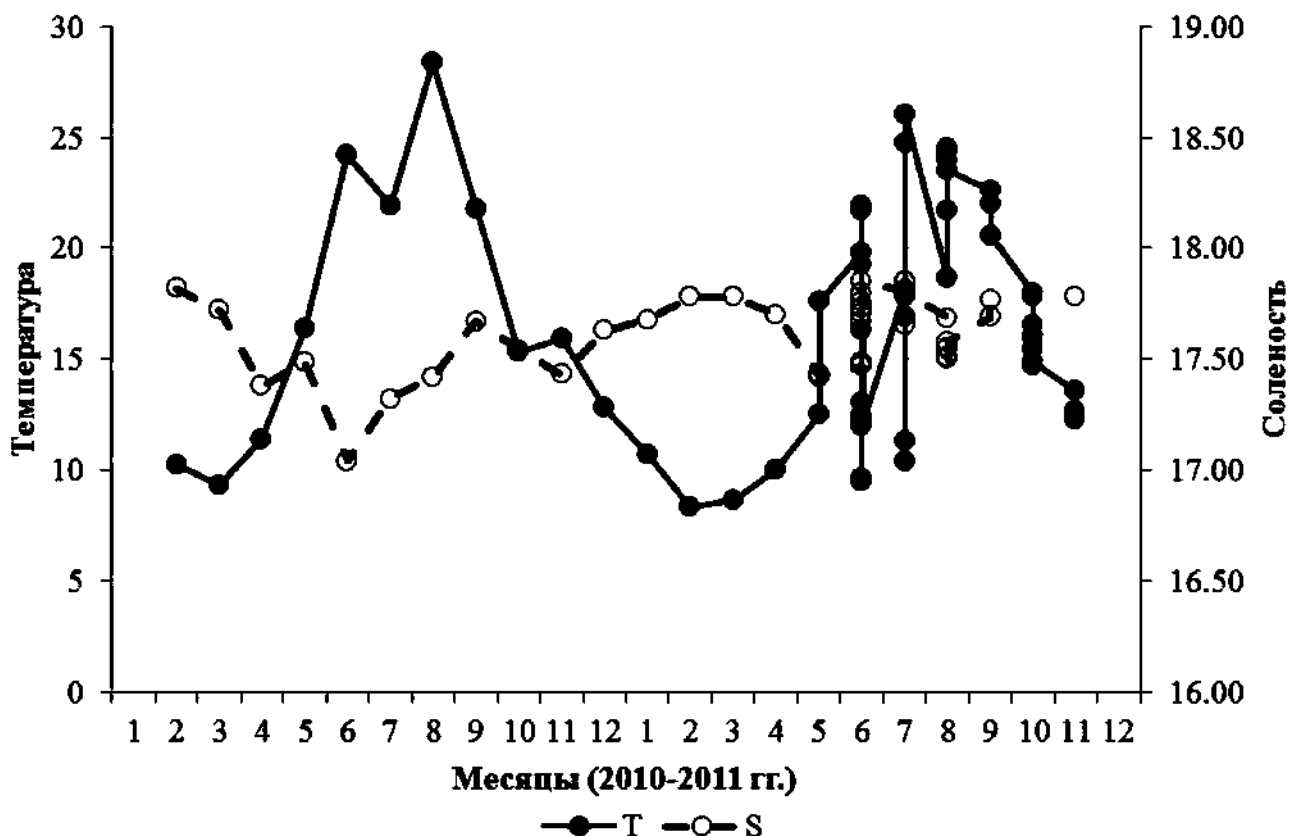


Рис. 1. Изменчивость величин температуры и солёности на поверхности фермы в бух. Ласпи

вследствие влияния температуры, меняющейся в большом диапазоне в течение года, а также процесса фотосинтеза. Величины абсолютного содержания кислорода на поверхности фермы в течение 2010 г. изменялись от 5,15 до 7,23 мл/л и от 5,93 до 7,39 мл/л в 2011 г. Максимальные значения отмечены после зимнего конвективного перемешивания в марте, минимальные — в августе (2010 г.) и сентябре (2011 г.). В придонном слое абсолютное содержание кислорода в 2010 г. изменялось от 5,50 до 7,32 мл/л; максимальное значение зарегистрировано в июне, минимальное — в августе. В 2011 г. в придонном слое значения растворенного кислорода изменялись в пределах от 5,96 до 7,27 мл/л при среднем значении, равном 6,89 мл/л. Величины кислорода за период исследований не опускались ниже предельно-допустимой концентрации (ПДК), равной 4,2 мл/л, установленной для рыбохозяйственных водоёмов. Случаев дефицита кислорода в придонном слое не наблюдали.

Распределение величин абсолютного содержания кислорода практически не отличалось от его распределения в прибрежной зоне Чёрного моря. В холодный период, с декабря

по май, на поверхности и в придонном слое происходило повышение содержания кислорода. Летний период характеризовался снижением его величин (рис. 2).

Относительное содержание кислорода изменялось в 2010 г. в пределах от 94,6 до 119,1 % на поверхности и от 96,8 до 111,1 % насыщения в придонном слое. Средние величины относительного содержания кислорода на поверхности и в придонном слое практически не отличались друг от друга и составляли 103,7 и 103,3 % соответственно. Максимальное значение на поверхности отмечено в июле, минимальное — в октябре. В придонном слое максимум зафиксирован в августе, минимум так же, как и на поверхности — в октябре (см. рис. 2).

Относительное содержание кислорода в 2011 г., колебалось от 96,4 до 106,3 % насыщения в придонном слое. Минимальные значения на поверхности и в придонном слое отмечены в январе, максимальные величины зафиксированы на поверхности в июле и, а в придонном слое — в мае. Средняя величина насыщения (99,98 %) в придонном слое близка к нормальному (100 %), а на поверхности

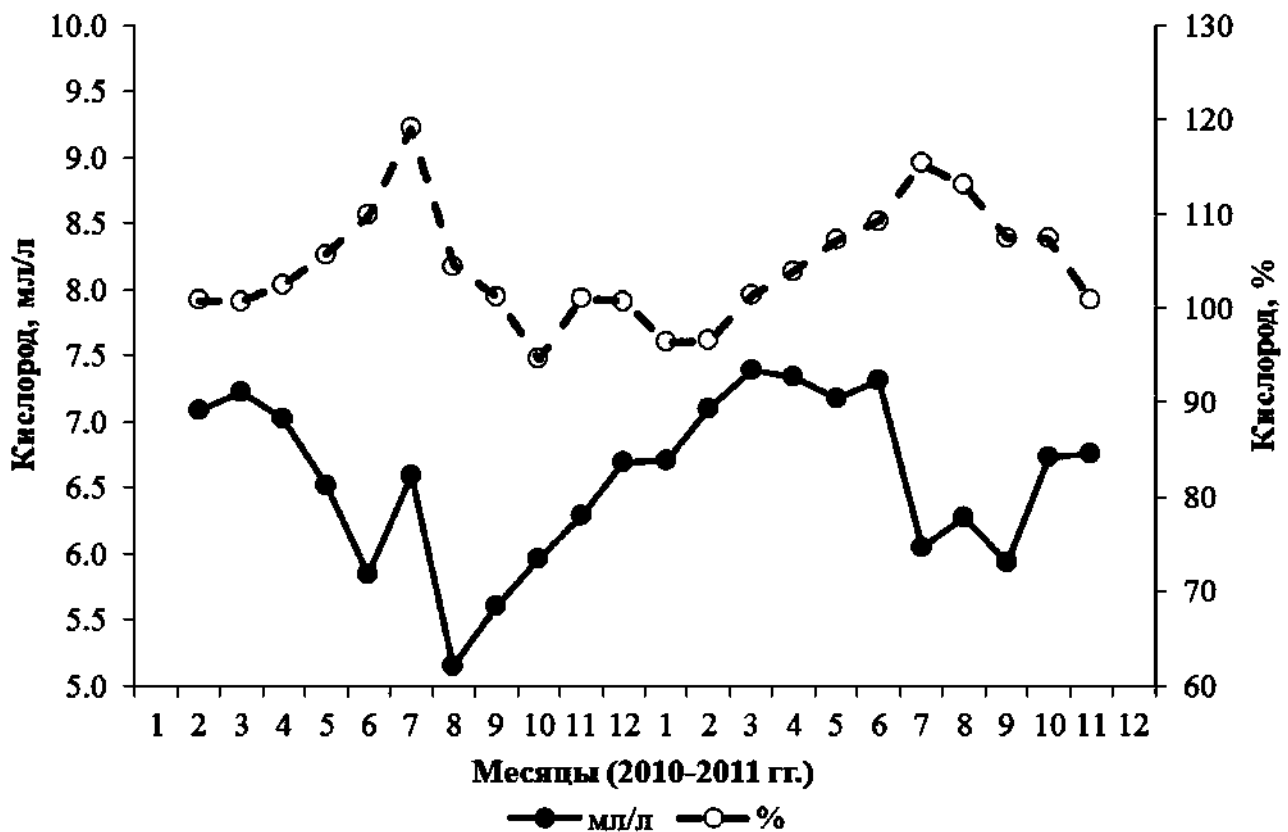


Рис. 2. Изменчивость содержания растворённого в воде кислорода (в миллилитрах на литр и в процентах насыщения) на поверхности фермы

она значительно выше (105,9 %). В целом, в зимние месяцы относительное содержание кислорода было немного ниже нормы, в летний период оно было выше нормального.

Биохимическое потребление кислорода на пятые сутки (БПК<sub>5</sub>). Диапазон изменчивости величин БПК<sub>5</sub> в районе фермы на поверхности составлял 0,09—1,29 мг/л (2010 г.) и 0,16—3,06 мг/л (2011 г.). В придонном слое величины БПК<sub>5</sub> изменялись от 0,16 до 1,82 и от 0,25 до 2,17 мг/л соответственно в 2010 и 2011 г. Их средние величины в слое равнялись 0,74 (2010 г.) и 1,03 мг/л (2011 г.). Максимальная величина БПК<sub>5</sub> (3,06 мг/л), отмеченная в августе 2011 г., превышала предельно-допустимую концентрацию, равную 3,0 мг/л, установленную по санитарно-бытовым нормативам. За весь период исследований это был единственный случай незначительного превышения ПДК. В режиме сезонной изменчивости наблюдали, в основном, повышение значений БПК<sub>5</sub> в весенне-летний и их понижение в осенне-зимние периоды. На поверхности и в придонном слое величины окисляемости были низкие и практически равные: 2,80 и 2,88 мг O<sub>2</sub>/л соответственно. Полученные величины были гораздо ниже ПДК (4,0 мг O<sub>2</sub>/л), установленной для рыбохозяйственных водоемов, что свидетельствует о «чистоте» района

бух. Ласпи.

Кремний. Годовой диапазон концентраций кремния в водах фермы варьировал от 6,6 до 71,3 мкг/л на поверхности и от 3,3 до 78,5 мкг/л в придонном слое при средних значениях 45,2 и 57,8 мкг/л соответственно. На рис. 3 в качестве примера представлено распределение биогенных веществ в 2010 г. Средние концентрации кремния, полученные нами в бух. Ласпи, отличаются от других акваторий крымского шельфа на порядок в сторону уменьшения. Низкое содержание кремния, на наш взгляд, вызвано незначительным участием речного стока в формировании химической структуры вод. Годовая изменчивость кремния на поверхности и в придонном слое отличалась синхронностью с некоторым повышением величин кремния от поверхности ко дну. Сезонный ход концентраций кремния заключался в понижении его величин с мая по август и повышением — с сентября по февраль.

Минеральный фосфор. Изменение содержания минерального фосфора колебалось в интервале от 3,5 до 9,1 мкг/л на поверхности и от 4,2 до 24,5 мкг/л — у дна. Среднегодовые концентрации фосфатов составили: на поверхности 6,7 мкг/л, у дна — 7,8 мкг/л, что соответствует незагрязненным водам. В

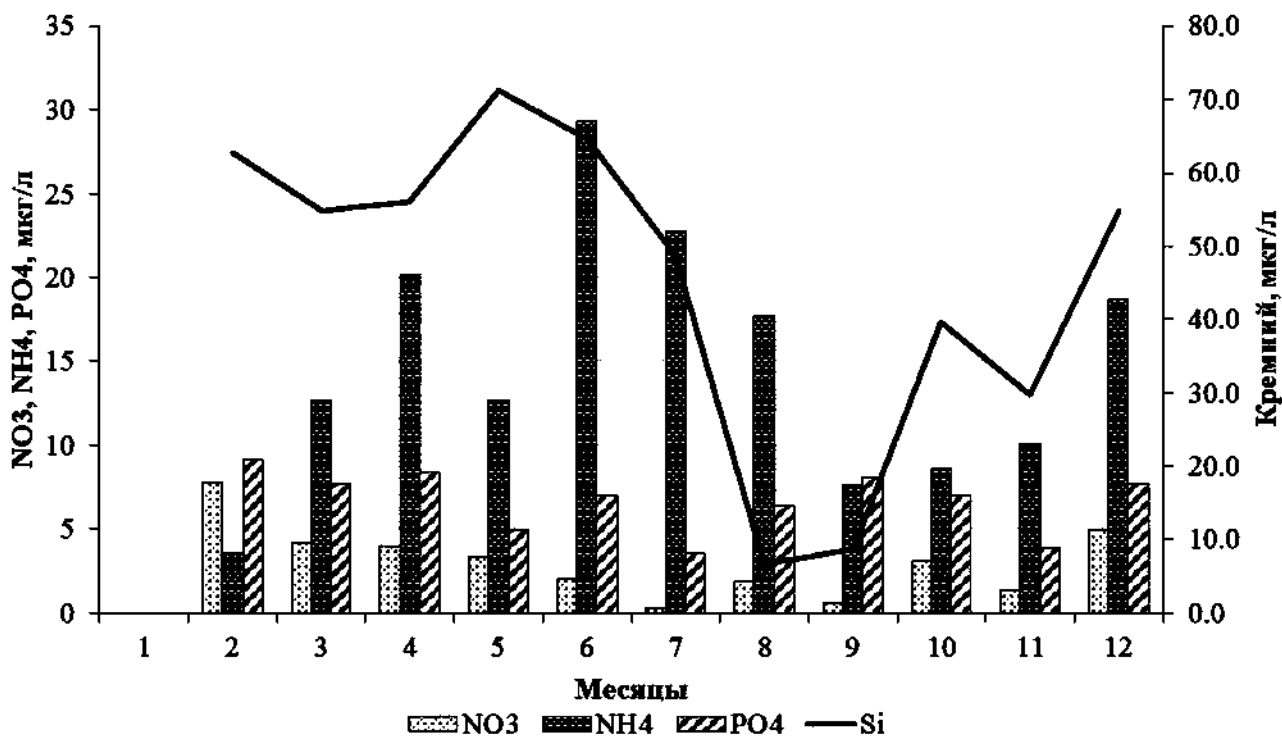


Рис. 3. Изменчивость концентраций биогенных элементов на поверхности фермы

режиме сезонной изменчивости наблюдалась следующая закономерность: в зимнее время прослеживалось повышение концентраций фосфатов, в летнее — понижение (см. рис. 3).

Минеральные формы азота. Концентрация азота нитратного, в целом, была низкой; отличия между содержанием нитратов на поверхности и у дна не регистрировались. На поверхности его величины в течение года изменялись от 0,2 до 7,8 мкг/л, в придонном слое от 0 до 6,2 мкг/л. С октября по февраль прослеживалось повышение концентрации нитратов, с мая по февраль отмечено понижение. Концентрация азота аммонийного колебалась от 3,5 до 29,3 мкг/л на поверхности и от 0 до 57,1 мкг/л в придонном слое с максимальными значениями в июне (см. рис. 3). С июля по сентябрь отмечено понижение, с февраля по июнь — повышение концентраций азота аммонийного. Содержание и сезонное распределение величин азота аммонийного в бух. Ласпи находится в полном соответствии с изменением его концентраций в незагрязнённых прибрежных районах Чёрного моря.

Меропланктон. Для марикультуры моллюсков необходимы данные о пространственно-временной изменчивости пула личинок объекта культивирования — мидии *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819 и сопутствующих видов, которые либо способствуют формированию сообщества на коллекторах, либо могут неблагоприятно влиять на количество и качество выращиваемой продукции (Иванов, Мурина, 1999).

В 1980-е гг. в акватории мидийной фермы в бух. Ласпи идентифицированы личинки 8 видов *Gastropoda*, 12 видов *Polychaeta* (Мурина, 1990; Мурина, Николаенко, 1990). В последующие годы список меропланктона пополнился 9 видами *Decapoda* и 2 — *Cirripedia*. Были получены новые данные по влиянию стонно-нагонных явлений на оседание личинок мидии и митилястера. Показано, что пики численности личинок моллюсков следовали за понижением температуры в следствии стога поверхностных вод (Казанкова, 2000). В 2008 г. к списку видов добавлены личинки многощетинковых червей рода *Polydora*, актинотроха *Phoronis* и пилидии *Nemertea*. Численность меропланктона в акватории фермы

в разные годы изменялась от единиц до сотен экземпляров на кубический метр, зависела от сроков размножения беспозвоночных, температурных условий и влияния стонно-нагонных процессов, характерных для акватории бух. Ласпи (Мурина, 1990; Мурина, Николаенко, 1990; Казанкова, 2000).

При выращивании мидий в условиях марихозайства необходимо иметь данные о сезонном колебании численности их личинок в планктоне, что позволяет прогнозировать сроки оседания молоди на коллекторы. Личинки *M. galloprovincialis* встречались в акватории мидийной фермы в течение года, за исключением летних месяцев. Пики их численности зарегистрированы в весенний (апрель — май) и осенний (сентябрь — октябрь) периоды, а также в зимний сезон при температуре воды выше 8 °С. Численность личинок в планктоне зависела от динамики репродуктивных циклов культивируемых мидий. Природными стимуляторами нереста мидий в не характерный для них летний период являлись стонно-нагонные процессы (Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2017).

Из двустворчатых моллюсков, кроме личинок мидии, массовыми являлись личинки митилястера *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791). Они встречались с июня по сентябрь; при температуре воды 22—25 °С практически весь меропланктон был представлен великонхами *M. lineatus*, достигающими высокой численности (более 1000 экз./м<sup>3</sup>). Из видов, перспективных для культивирования, в планктоне отмечены личинки вселившегося в Чёрное море в середине 20 в. двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Они зарегистрированы с конца июля по начало ноября, увеличение численности до 200 экз./м<sup>3</sup> отмечено в августе — сентябре.

В летний период в акватории марихозайства доминировали личинки массового у берегов Крыма брюхоногого моллюска *Bittium reticulatum* (Da Costa, 1778). Если в 1980-х гг. численность велигеров данного вида достигала 188 экз./м<sup>3</sup> (Мурина, 1990), то к 2008 г. она повысилась на порядок. Существенно увеличилась и численность личинок других видов гастропод — *Rissoa parva* (Da Costa, 1778), *Tricolia pullus* (Linnaeus, 1758), *Gibbula*

сп. Можно предположить, что мидийные коллектора являются благоприятным субстратом для оседания личинок брюхоногих моллюсков. В тёплый период года существенно увеличивалась и численность личинок многощетинковых червей. В планктоне преобладали личинки полихет семейства Spionidae (до 300 экз./м<sup>3</sup>). Высказано предположение, что обогащение песчаного грунта продуктами жизнедеятельности моллюсков должно благоприятно сказаться на количественном развитии полихет в районе мидийной фермы (Мурина, Николаенко, 1990).

Одним из основных видов-образателей гидротехнических сооружений фермы является усконогий рак балянус *Amphibalanus improvisus* Darwin, 1854. Его личинки встречались в планктоне постоянно, но их численность существенно варьировала. В зимний период, когда температура воды опускалась ниже 9 °С, личинки отмечены единично. Массовое появление (более 100 экз./м<sup>3</sup>) науплиусов балянуса отмечалось весной и осенью при температуре воды 16—18 °С. Личинки на стадии оседания (циприсы) встречались с июня по ноябрь.

В период исследований получены данные по динамике численности личинок видов, способных перфорировать створки культивируемых мидий: брюхоноглого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846), многощетинковых червей-перфораторов рода *Polydora* и *Lysidice ninetta* Aud. & M. Edw., 1834. В районе фермы численность личинок рапаны и полидоры не превышала 4 экз./м<sup>3</sup>, а *L. ninetta* — 28 экз./м<sup>3</sup> (Мурина, 1990).

На основании комплексного мониторинга акватории фермы в бух. Ласпи получе-

ны следующие выводы:

1. Изменчивость температуры поверхностного слоя сильно отличалась от средних многолетних значений и зависела не только от колебаний температуры воздуха, но и от динамической активности района и стогнонагонных процессов. Термохалинный режим района практически полностью соответствует оптимальным условиям для размножения и развития двустворчатых моллюсков.

2. Обеспеченность кислородом во всем слое была высокой (94—120 %); отмечено отсутствие дефицита кислорода в придонном слое. Величины БПК<sub>5</sub> и окисляемости были гораздо ниже ПДК по рыбохозяйственным нормативам.

3. Концентрации биогенных веществ на акватории фермы были ниже, чем в незагрязнённых прибрежных водах Крыма: фосфаты — в 2 раза, нитраты — в 4 раза и кремний — на порядок.

4. В целом, исследованный район является «незагрязнённым» и благоприятным для размещения марихозяйств. При планировании гидробиотехнических работ необходимо учитывать сезонную динамику численности личинок донных беспозвоночных, влияющих на функционирование мидийных ферм.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Исследование механизмов управления производственными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», номер гос. регистрации АА-АА-А18-118021350003-6.

### Литература

- Ациховская Ж.М., Чекменева Н.И. Оценка динамической активности вод района бухты Ласпи (Чёрное море) // Экология моря. Вып. 59. 2002. С. 5—8.
- Иванов В.Н., Мурина В.В. Динамика меропланктона в системе мониторинга состояния прибрежных экосистем Чёрного моря // Система контроля окружающей среды. Севастополь: МГИ, 1999. С. 55—59.
- Казанкова И.И. Особенности динамики оседания мидии и митилястера в связи со стогнонагонными явлениями у юго-западных берегов Крыма (Чёрное море) // Экология моря. 2000. Вып. 51. С. 35—39.
- Куфтаркова Е.А., Щуров С.В. Результаты гидролого-гидрохимического мониторинга мидийной фермы в прибрежной зоне южного берега Крыма (бухта Ласпи) // Науков. за-

писки Тернопільського. національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. Вып.: Гідроекологія. 2010. № 3 (44). С. 133—136.

**Куфтаркова Е.А., Ковригина Н.П., Бобко Н.И.** Оценка гидрохимических условий бухты Ласпи — района культивирования мидий // Экология моря. 1990. Вып. 36. С. 1—7.

Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов / исполн. В.В. Сапожников [и др.]. М.: ВНИРО, 1988.

**Мурина В.В., Николаенко Т.В.** Полихетный меропланктон мидиевого хозяйства Ласпи // Экология моря. 1990. Вып. 36. С. 34—36.

**Мурина В.В.** Личинки брюхоногих моллюсков в меропланктоне мидиевого хозяйства (Южный берег Крыма) // Экология моря. 1990. Вып. 36. С. 27—33.

**Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В.** Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. Воронеж: ООО «ИЗДАТ-ПРИНТ», 2017.

УДК 574.58 (583:587) 597.5

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЦЕНОЗОВ ТУДАКУЛЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

М.А. Юлдашов<sup>1</sup>, З.А. Мустафаева<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт рыбководства МСВХ РУз., Ташкентская область, Узбекистан

<sup>2</sup>Институт зоологии АН РУз., г. Ташкент, Узбекистан

E-mail: mansuryuldashov@mail.ru

Тудакульское вдхр. (оз.Тудакуль) (узб. То'дако'л сув ombori, Тўдақўл сув ombori) — искусственный наливной водоём, созданный на базе солончакового озера в 1952 г., в результате прорыва паводковых вод р. Зарафшан в Тудакульскую впадину, год ввода в действие— 1968 г., реконструировано в 1977 и 1986 гг. Расположено водохранилище в Кызылтепинском районе Навоийской области (39° 47' 56,19" с. ш., 64° 44' 28,03" в. д.), в 12 км к востоку от ст. Куюмазар в урочищах Тудакуль шор и Чумбагджангил, с юга к водохранилищу подступают пески Падаутау. Площадь Тудакуля при НПУ составляет 22,5 км<sup>2</sup>, объём — 1,2 км<sup>3</sup>, длина — 3,5 км, ширина — 12 км, максимальная глубина — 12 м, минимальная — 3,9 м, преобладающие глубины — 5—7 м (рис. 1).

Наполнение водохранилища происходит в зимний и частично в весенние периоды из поступающих вод рек Зарафшана и Амударьи через Аму-Бухарский машинный канал (АБМК). Относится к аккумулятивно-транзитному типу водохранилищ. По классификации О.А. Алекина (1970) гидрохимический режим воды относится к хлоридно-кальциевому типу. Средний показатель минерализации не превышает 2,2 г/л. Содержание

растворённого кислорода в воде за вегетационный сезон колеблется от 5,6 до 13,7 мг О<sub>2</sub>/л; среднемесячное значение рН варьирует в пределах 7,2—8,2; содержание общего азота колеблется от 0,029 до 0,043 мг/л, общего фосфора — 0,001—0,002 мг/л; количество биогенных элементов в воде низкое; прозрачность воды — 60—270 см (Мустафаева, Мирзаев, 2016).

Дно водоёма ровное, почти плоское. Грунт водохранилища зависит от участка, так в центральной части водоёма — илистый грунт серого цвета, а в приточной части — песок и галька. Береговая зона водохранилища покрыта околородной и степной растительностью дающей укрытие для разнообразных фаунистических комплексов (рис.2).

**Фитопланктон.** За период исследования с 2007 по 2012 г. сообщества фитопланктона были представлены, в основном продуцентами, наибольшего развития и разнообразия среди которых достигали диатомовые (Bacillariophyta), сине-зелёные (Cyanophyta) и зелёные (Chlorophyta) водоросли. С невысоким обилием были отмечены динофитовые (Dinophyta), криптофитовые (Cryptophyta) и эвгленовые (Euglenophyta) водоросли (см. таблицу).

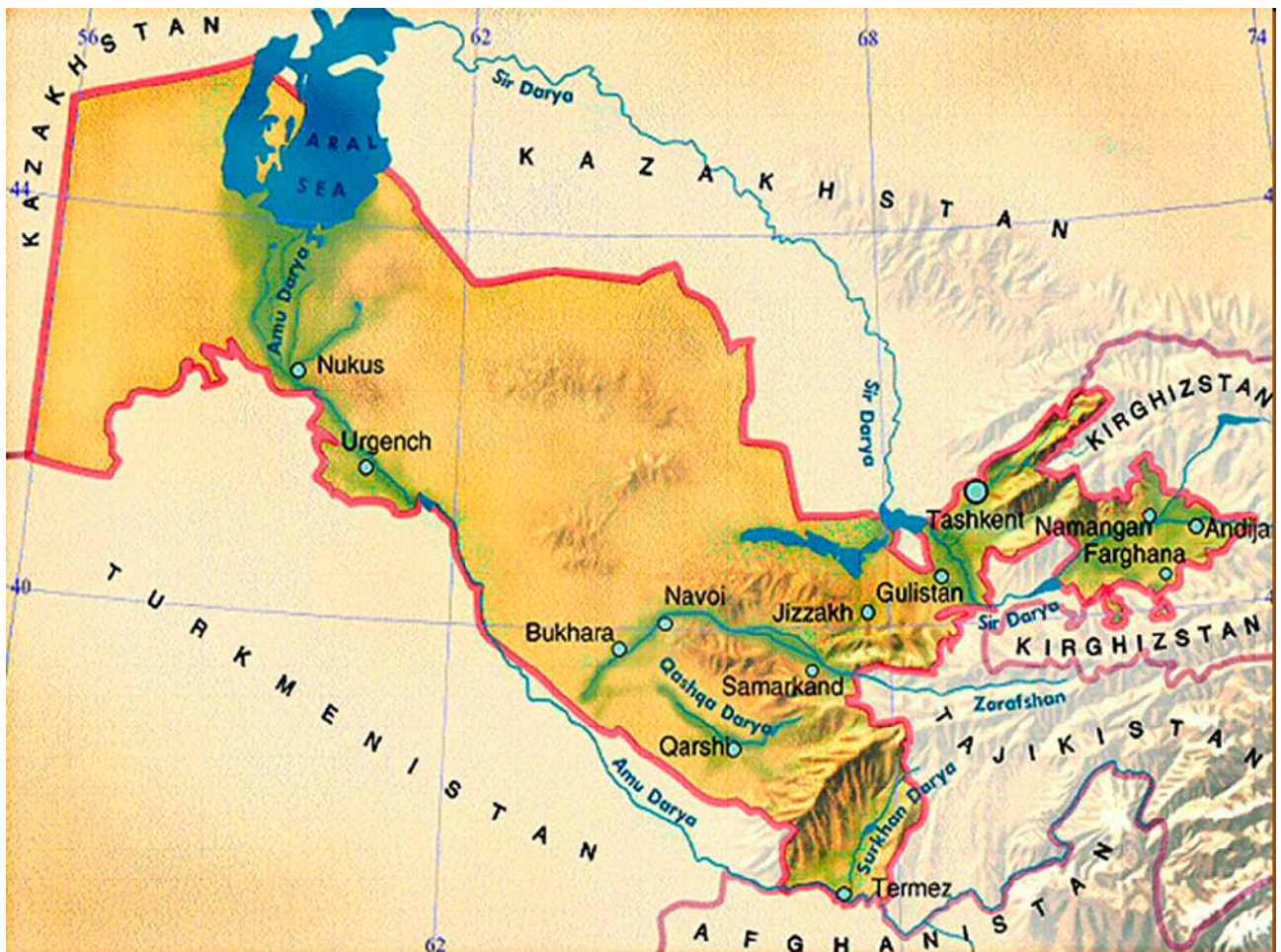


Рис. 1. Тудакульское водохранилище

Сообщества микроводорослей представлены в основном широко распространёнными  $\beta$ -,  $\beta$ - $\alpha$ - и  $\alpha$ -сапробными пресноводно-солонатоводными планктонными колониальными и нитчатыми формами сине-зелёных водорослей из родов *Microcystis*, *Merismopedia*, *Dactylococopsis*, *Gloeocapsa*, *Gom-*

*posphaeria*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Spirulina*, *Anabaena*, *Aphanotohece*, *Anabaenopsis*, *Cylindrospermum*, *Nodularia* и др. Численность сине-зелёных водорослей возрастает в летне-осенний период и колеблется в пределах от  $1875,0 \cdot 10^3$  до  $44681,0 \cdot 10^3$  кл./л. Биомасса последних составила соответственно —



а



б

Рис. 2. Тудакульское водохранилище:  
а — вид с берега; б — заросли высшей водной растительности

0,05578 и 1,19014 мг/мл.

Из-за небольших глубин и ветровом перемешивании водных масс, диатомовые водоросли в фитопланктоне представлены как планктонными, так и фитобентосными формами из родов: *Melosira*, *Cyclotella*, *Synechra*, *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Caloneis*, *Amphora*, *Mastogloia*, *Entomoneis*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Hantzschia*, *Surirella*, отдельные виды, из которых одновременно характерны для эвтрофированных водоёмов, а так же виды, характерные для водоёмов с повышенной минерализацией воды — *Diplonei smithii* (ВРЕВ.) СЛ., *Navicula protracta* v. *subcapitata* ЕНР., *Hantzschia virgata* (РОПЕР) GRUN. и её вариации, *Mastogloia smithii* ТНВ. и её вариация, *Entomoneis paludosa* (ЕНР.) KUTZ., *Amphora coffeaformis* (АГ.) KUTZ. и др. Численность диатомовых водорослей колеблется в пределах от  $231,250 \cdot 10^3$  до  $3687,500 \cdot 10^3$  кл/л, а биомасса соответственно — 0,05304 и 0,32077 мг/мл.

На протяжении всего периода исследования было отмечено умеренно-хорошее развитие зелёных протококковых, десмидиевых и нитчатых водорослей из родов *Ankistrodesmus*, *Oocystis*, *Chlorocococcus*, *Carteria*, *Dictyosphaerium*, *Scenedesmus*, *Tetraedron*, *Cosmarium*, *Pediastrum*, *Coelastrum*, из которых отдельные виды являются выраженными галофилами (*Oocystis borgii* SNOW., *Oocystis marssonii* ЛЕММ., *Chlorocococcus turgida*, *Scenedesmus quadricauda* ВРЕВ., *Sc. obliquus* КИРШН., *Cosmarium formulosum* НОФФ., *Tetraedron minimum* НАНСГ. и др.). В прибрежье и на макрофитах заметно развиваются нитчатки *Ulothrix zonata* (ВЕР. & МОНР.) KUTZ., *Ul. variabilis* KUTZ., *Cladophora glomerata* (L.) KUTZ., *Zygnema sp.*, *Spirogyra sp.*, *Sp. inflata* (ВАУСН.) РАВ., *Rhizoclonium heteroglyphicum* (АГ.) KUTZ., *Vaucheria geminata*

КЛЕВС., которые совместно образуют довольно устойчивые фитоценозы. Последние являются хорошей базой для развития и размножения водных беспозвоночных, в том числе и для организмов планктона. Численность зелёных водорослей колеблется в пределах от  $812,500 \cdot 10^3$  до  $5693,750 \cdot 10^3$  кл/л, а биомасса соответственно — 0,26265 и 1,92983 мг/мл.

Криптофитовые и пиропитовые водоросли, как правило, были отмечены в пробах фитопланктона летне-осеннего периодов и представлены в основном родами *Cryptomonas*, *Glenodinium*, *Peridinium*, *Ceratium* (*C. hirundinella* (О.Ф.М.) ВЕРГН.), из которых доминантами являлись *Glenodinium pygmaeum* (О.Ф.М.) ЕНР., *Gl. borgei* (ЛЕММ.) ШИЛЛЕР, *Peridinium cinctum* (О.Ф.М.) ЕНР. Численность и биомасса последних была не высокой и колебалась в пределах  $6,250 \cdot 10^3$  до  $256,250 \cdot 10^3$  кл/л, биомасса соответственно — 0,00283 и 0,20703 мг/мл (криптофитовые), от  $6,250 \cdot 10^3$  до  $543,750 \cdot 10^3$  кл/л, биомасса соответственно — 0,01790 и 0,84498 мг/мл (динофитовые).

Эвгленовые водоросли (Euglenophyta) единично отмечены лишь в пробах на более опреснённых исследованных участках Тудакульского вдхр. ( $6,250 \cdot 10^3$  кл/л, а биомасса 0,00726 мг/мл).

**Зоопланктон.** За период исследования (2007—2012 гг.) сообщества зоопланктона Тудакульского вдхр. был представлен в основном 3 основными группами организмов: коловратками, веслоногими и ветвистоусыми рачками. По данным авторов (Биоразнообразие водных биоценозов ... , 2010; Мустафаева, Абдурахимова, Собиров, 2013) видовой состав зоопланктона в 2007 г. включал 27 видов: коловраток — 14, ветвистоусых — 9,

Таксономическая структура фитопланктона 2007—2012 гг.

Таксон	Год					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Суанопхита	23	19	42	33	39	29
Вацилариопхита	20	53	64	96	100	73
Евгленопхита	—	—	2	1	1	1
Криптофита	—	1	3	2	3	2
Динофита	5	3	7	3	7	5
Хлорофита	22	16	22	24	25	19
Кол-во видов:	70	92	140	159	175	129



веслоногих — 4 видов, в 2008 г. — Rotifera — 10 видов, Cladocera — 5, Copepoda — 3, в 2009—2011 гг. сообщества зоопланктона водохранилища также были представлены в основном: Rotifera — 10 видов, Cladocera — 7, Copepoda — 3, Ostracoda — 1.

Доминантами среди коловраток являлись: *Euchlanis dilatata* Ehr., *Keratella tropica* ARSTEIN, *Lecane luna* MÜLLER, численность их колебалась в пределах 448,9—4060,0 экз./м<sup>3</sup>, биомасса — 0,15—1,25 мг/м<sup>3</sup>. Из кладоцер — *Alona rectangular* G.O. SARS, *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia galeata* G.O. SARS., *D. longispina* MÜLLER, *Diaphanosoma mongolianum* UENO, *Moina brachiata* JURINE и *M. micrura* HELLICH. Видовое разнообразие копепод меньше, чем кладоцер, и состояло из: Naupacticoidea gen. sp., *Thermocyclops vermifer* LINDBERG и *Cyclops vicinus* ULJANIN. Численность копепод колебалась в пределах 410,0—39580,6 экз./м<sup>3</sup>. Биомасса — 0,64—321,31 мг/м<sup>3</sup>.

Зоопланктон 2012 г. представлен 12 видами организмов, из которых простейших (Ciliata) — 7, коловраток (Rotifera) — 3, веслоногие ракообразные (Copepoda) — 2. Доминантный комплекс представлен простейшими родов *Chilodonella cucullulus* (MULLER), *Ch. uncinata* EHR., *Aspidisca costata* EHR., *Litonotus lamella* SCHEWIAKOFF, *Styloichia mytilis* EHR., *St. pustulata* EHR.; коловратками — *Rotaria rotatoria* (PALLAS), *Chaetonotus* sp., *Cephalodella* sp., веслоногими ракообразными — *Eucyclops serrulatus* (FISCHER) (предпочитающий заросли макрофитов) и хищный *Lerneae cyprinivora*. Наибольшего развития коловратки достигали в весенне-летний периоды. Биомасса составляла в среднем за вегетационный период 0,3—11,2 г/м<sup>3</sup>, численность 18,5—29,8 тыс. экз./м<sup>3</sup>.

В формировании биомассы зоопланктона Тудакульского вдхр. значительную роль играет Copepoda — *Thermocyclops vermifer*, из Cladocera — *Diaphanosoma mongolianum*. Численность их варьировала в пределах 15,8—1 9293,0 экз./м<sup>3</sup>. Биомасса — 0,03—543,55 мг/м<sup>3</sup>.

Зообентос. Комплекс бентофауны Тудакульского вдхр. представлен, в основном широко распространёнными пресноводно-солонатоводными β-, β-α-, α-эврисапробными видами личинок стрекоз (Odonata), личинок

подёнок (*Cloëon dipterum* (L.), *Caenis macrura* STERN., *Baetis bioculatus* (L)), личинок двукрылых (Diptera), жуки родов *Haliphus*, *Gyrinus*, *Coelambus*, мизидами (Mysidacea), креветками (Decapoda), бокоплавами (*Gammarus lacustris* SARS), хирономид (Chironomidae) и олигохетами (Oligochaeta). На илистом биотопе и на сером иле численность мизид колебалась от 14 до 29,8 экз./м<sup>2</sup> (2007). От общей биомассы зообентоса креветки и мизиды составляют более 70—75 %.

В зообентосе 2009—2011 гг. было отмечено массовое развитие креветки *Macrobrachium nipponense* STIMPSON, личинок двукрылых, хирономид и малоцетинковых червей сем. Tubificidae. Характерной особенностью Тудакульского вдхр. является то, что основной грунт водохранилища тёмный ил с большим количеством растительных остатков, где преобладающей группой в донных отложениях являются илоядные формы малоцетинковых червей олигохет и личинок хирономид подсемейства Chironomidae (до 60 %) — *Chironomus* f. *plumosus* L., *Limnodrilus* sp. Количественные показатели развития макрозообентоса водохранилища в летний период колеблется: численность от 90—160 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса — 0,5—3,5 мг/м<sup>2</sup>.

Макрофиты. Доминантный комплекс из погруженных растений Тудакульского вдхр. представлен, прежде всего, рдестами (*Potamogeton crispus* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L.), урутью (*Meriophyllum spicatum* L.) и роголистником (*Ceratophyllum submersum* L.), последние из них обильно развивались в прибрежной полосе. На мелководьях также встречаются представители рода *Chara* (*Chara vulgaris* L., *Ch. fragilis* DESV.). Из полупогружённых водных растений наиболее широко распространёнными видами являются тростник обыкновенный и южный (*Phragmites communis* L., *Ph. australis* (CAV.) TRIN. ex STEUD.), камыш озёрный (*Scirpus lacustris* L.), а также рогоз узколистный (*Typha angustifolia* L.), которые произрастают чаще всего у самого уреза воды и на мелководье. Также для тростника характерна приуроченность к относительно пресноводным участкам в заливах восточной части водохранилища. На илистых грунтах в конце заливов на глубинах 1,2—2,5 м были

отмечены наяда морская (*Najas marina* L.) и роголистник тёмно-зелёный (*S. demersum* L.).

Ихтиофауна. Сложившаяся к настоящему времени ихтиофауна Тудакульского вдхр. является результатом естественного формирования, интродукции и акклиматизационных работ в разные годы. Так в 1970—2007 гг. в водохранилище были выпущены восточный лещ, судак, карп, белый и пёстрый толстолобик и белый амур. В настоящее время ихтиофауна водохранилища претерпела значительные изменения в отличие от предыдущих лет и насчитывает 23 вида относящиеся к 8 семействам, из которых наиболее широко представлено семейство карповые — 20 видов (65 %), а остальные 7 семейств — представлены по 1 виду (по 5 %). Анализ современного состава ихтиофауны Тудакульского водохранилища показал, что господствующие положение в фауне заняли 16-интродуцированных чужеродных видов (56,5 %), из которых 10 видов является представителями дальневосточной фауны (Мирзаев, 2006). К числу натурализовавшихся интродуцентов образовавшихся в водохранилище самовоспроизводящуюся популяцию относятся: судак, восточный лещ, карась, змееголов, гамбузия, корейская востробрюшка, амурский чебачок, китайский

лжескар, бычок риногобиус и микроперкопс, горчак. В группу ненатурализовавшихся входят пелагофильные виды — белый амур, белый и пёстрый толстолобик, белый амурский лещ. Основу промысла на водохранилище составляют в основном 7 видов рыб: плотва, судак, сазан, толстолобик, лещ, змееголов, серебряный карась. Изредка в контрольных уловах встречаются: аральская шемая, аральский жерех, сом, щука.

Таким образом, на основании полученных результатов исследования биоразнообразия водных биоценозов Тудакульского вдхр. можно отметить, что современный комплекс сообществ гидробионтов представлен широко распространёнными пресноводно-солонатоводными,  $\beta$ -,  $\beta$ - $\alpha$ -,  $\alpha$ -эврисапробными видами организмов, которые претерпевают как качественные, так и количественные изменения в течение года, т.е. по мере повышения уровня минерализации воды (в период сброса воды к осени) в водоёме увеличивается удельное соотношение солонатоводных видов организмов, а также видов-индикаторов, характерных для биотопов со скоплением растительного детрита и повышенной минерализации.

### Литература

**Алекин О.А.** Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970.

Биоразнообразие водных биоценозов водоёмов Бухарской области (Узбекистан) / И.М. Мирабдуллаев [и др.] // Материалы научной конференции и научной школы молодых учёных и студентов. Ташкент, 22 декабря 2010 г. Ташкент, 2010. С. 45—48.

**Мирзаев У.Т.** Использование рыбных ресурсов Узбекистана и современное состояние рыболовства // Правовое регулирование пользования и охраны водных и рыбных ресурсов Республики Узбекистан: материалы круглого стола. Ташкент: Изд-во ТГЮИ, 2006. С. 118—121.

**Мустафаева З.А., Абдурахимова А.Н., Собиров Ж.Ж.** Биоразнообразие планктонных сообществ Тудакульского водохранилища // Рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья: материалы республ. науч.-практ. конф. Нукус, 2013. С. 61—62.

**Мустафаева З.А., Мирзаев У.Т.** Биоразнообразие водных биоценозов Тудакульского водохранилища (Узбекистан) // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в Прикаспийском регионе: материалы науч.-практ. конф. ДГУ, ПИБР. Махачкала, 17—19 октября 2016. Махачкал, 2016. С. 105—110.

## 2. Аквакультура



УДК 597.423-12:577.125

### ПОКАЗАТЕЛИ ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕСТРОЕК У МОЛОДИ БЕСТЕРА ПРИ ТИМПАНИИ И НЕЗАРАЗНОМ ЖАБЕРНОМ НЕКРОЗЕ

К.С. Абросимова, Н.А. Абросимова, Е.Б. Абросимова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия  
e-mail: abrosimovaekaterina@yandex.ru

Изучение особенностей патогенеза представляет важное направление исследований в области охраны здоровья рыб. Значительная часть работ, посвящённых данной проблеме, сосредоточена в области гистологических, микробиологических, гематологических исследований. Однако, важная роль должна принадлежать также физиолого-биохимическим показателям, которые могут служить основой для выявления нормы и патологии, а также послужить расшифровке биохимических процессов при заболеваниях и разработке стратегии при лечении и профилактике.

Известно, что липиды чрезвычайно чувствительны к изменениям как внешней, так и внутренней среды, так как служат составной структурной частью клеток, активно участвуют в биоэнергетических процессах и могут проявить соответствующий патогенный фон физиолого-биохимических процессов. Это подчёркивает важность изучения особенностей нарушения липидного обмена для изыскания подходов к коррекции функционального состояния организма рыб при заболеваниях.

В связи с этим, целью работы явилась оценка патофизиологических перестроек в организме рыб больных незаразным некрозом жабр и нарушением симбионтного питания по показателям липидного и жирнокислотного обмена. Внимание к этим болезням обусловлено тем, что в последние годы они стали одними из самых распространённых заболеваний индустриальной аквакультуры.

Объектами исследований служили молодёжь бестера, поражённая некрозом жабр и с чётко выраженной тимпанией, которая является следствием нарушения симбионтного

питания (Абросимов, Абросимова, 2006).

Для разделения липидов на классы использовали метод тонкослойной хроматографии (Шталь, 1965) с предварительным экстрагированием их по Фолчу (A Simple method ... , 1957). В качестве сорбента применяли закреплённый слой силикагеля «LS 5/40 1m 0» (Chemapol) + 13% гипса.

Разгонку липидов осуществляли в системе растворителей — гексан: диэтиловый эфир: ледяная уксусная кислота в соотношении — 80 : 20 : 2.

При количественном определении спектра фосфолипидов использовали систему растворителей — хлороформ: метанол: вода — в соотношении 65 : 25 : 4.

Изучение спектра жирных кислот проводили методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Цвет-5». Идентификацию жирных кислот осуществляли путём сравнения графиков зависимости логарифмов удерживаемых объёмов от длины цепи углеродных атомов. В качестве метчиков использовали стандартные смеси метиловых эфиров жирных кислот — «Sigma-189-1» и «Sigma-189-6».

По результатам наших наблюдений и литературных данных, тимпания рыб связана с длительным кормлением однообразным рационом (Шивокене, 1989; Абросимова К.С., Абросимова Н.А., Васильева, 2015; Abrosimova, 2006). Такое кормление нарушает благоприятные экологические связи между макроорганизмом (рыбой), её пищей и микроорганизмами, что негативно влияет на здоровье рыб.

Жаберный некроз отмечен у многих видов рыб, а также у всех видов возрастных групп осетровых. Особенно подвержена данному заболеванию молодёжь в период высоких

Спектр общих липидов молоди бестера при тимпании и незаражном некрозе жабр

Показатели	Тимпания	Здоровая	Некроз жабр	Здоровая
Триацилглицериды	45,7 ± 1,60	55,3 ± 2,20	65,3 ± 0,86	56,3 ± 0,72
Фосфолипиды	23,8 ± 1,50	26,4 ± 1,40	16,1 ± 0,37	24,6 ± 0,41
Холестерин	9,1 ± 0,20	7,6 ± 0,20	7,5 ± 0,04	8,1 ± 0,10
Эфиры холестерина	6,5 ± 0,20	4,5 ± 0,20	4,3 ± 0,14	6,8 ± 0,06
Моноацилглицериды	2,9 ± 1,50	1,0 ± 0,10	1,6 ± 0,14	0,4 ± 0,01
Диацилглицериды	3,3 ± 2,00	1,6 ± 0,10	2,1 ± 0,14	0,9 ± 0,03
Неэстерифицированные жирные кислоты	8,7 ± 0,40	3,6 ± 0,30	3,1 ± 0,11	2,9 ± 0,12
Коэффициент Дьердии	0,38	0,29	0,47	0,33

температур, при высоких плотностях посадки, низкой жёсткости воды и интенсивном кормлении (Абросимова К.С., Абросимова Н.А., Васильева, 2015). Как отмечает И.С. Щелкунов (1988), основной причиной некроза жабр является негативное воздействие на жаберы экзогенного и эндогенного аммиака.

Сравнительный анализ статистических показателей липидного обмена у больных и здоровых сеголеток бестера выявил существенные различия (табл. 1).

Так, у рыб больных тимпанией отмечено понижение уровня триацилглицеридов и фосфолипидов на 17,4 и 10% соответственно, повышение содержания холестерина и эфиров холестерина на 20 и 44%, а моноацилглицеридов, диацилглицеридов и неэстерифицированных жирных кислот в 3, 2 и 2,5 раза.

У рыб больных некрозом жабр наблюдали повышение уровня триацилглицеридов на 16%, моноацилглицеридов и диацилглицеридов — в 4 и 2,3 раза при одновременном снижении уровня фосфолипидов и эфиров холестерина на 34,4 и 36,8%.

У рыб при незаражном жаберном некрозе отмечено увеличение коэффициента Дьердии более чем на 30% по сравнению со здоровыми, что свидетельствует об изменении внутриклеточного метаболизма за счёт существенного снижения уровня фосфолипидов в организме.

Сравнительный анализ фосфолипидного спектра здоровых и больных тимпанией рыб, выявил изменения баланса фосфолипидов и жирных кислот в их организме. Так, у больных рыб отмечалось снижение уровня инозитфосфатидов в 3,9 раз, кардиолипидов с полиглицерофосфатидами (КЛ+ПФГ) в 8 раз,

фосфатидилсеридов в 2,1 раза, а также фосфатидилхолинов более чем на 24 % (см. табл. 2).

Уменьшение уровня фосфатидилсеридов в теле больных рыб свидетельствует о снижении энергетического обмена в клетках, поскольку фосфатидилсерин известен как наиболее эффективный аллостерический активатор АТФ-азы, участвующей в системе переноса энергии митохондрий и ответственный за превращение АТФ в мембранный потенциал (Механизмы реактивации ... , 1982). Обнаруженное нами резкое снижение доли кардиолипидов в составе фосфолипидной фракции тканей больной рыбы свидетельствует о нарушении функционирования всей цепи окислительно-восстановительных реакций, так как он входит в состав дыхательных ферментов, осуществляющих окислительное фосфорилирование.

Развитие патологического процесса отразилось на увеличении уровня фосфатидилэтаноломинов почти в 1,5 раза, лизофосфатидилхолинов в 3 раза и сфингомиелинов в 1,8 раза по сравнению со здоровой рыбой.

При жаберном некрозе, в тканях бестера происходит уменьшение содержания фосфатидилхолинов на 22%, кардиолипидов с полиглицерофосфатидами в 5 раз при одновременном увеличении количества фосфатидилэтаноломинов на 35% и сфингомиелинов на 62% по сравнению со здоровыми.

Интересно, что при некрозе жабр у молоди бестера содержание лизофосфатидилхолинов практически не изменяется, что характерно при тимпании.

Увеличение соотношения главных мембранных липидов — фосфатидилэтаноломинов к фосфатидилхолином ФЭА/ФХ в тканях

Таблица 2

Спектр фосфолипидов и жирных кислот молоди бестера при тимпании и незаразном некрозе жабр

Показатели	Тимпания	Здоровая	Некроз жабр	Здоровая
Инозитфосфатиды	0,7 ± 0,10	2,7 ± 0,10	1,2 ± 0,04	3,1 ± 0,11
Лизофосфатидилхолины	4,8 ± 0,10	1,7 ± 0,10	2,5 ± 0,10	2,2 ± 0,10
Сфингомиелины	10,2 ± 0,30	5,8 ± 0,50	12,6 ± 0,40	7,8 ± 0,20
Фосфатидилхолины	42,6 ± 0,50	56,2 ± 0,90	42,4 ± 1,40	54,3 ± 0,70
Фосфатидилсерины	3,0 ± 0,10	6,4 ± 0,40	8,4 ± 0,04	7,8 ± 0,11
Фосфатидилэтанолламины	38,6 ± 0,50	26,4 ± 0,50	32,8 ± 0,30	24,3 ± 0,30
КЛ+ПФГ	0,1 ± 0,01	0,8 ± 0,10	0,1 ± 0,01	0,5 ± 0,01
ФЭА / ФХ	0,9	0,5	0,8	0,5
Жирные кислоты				
ω3:	1,5	17,8	7,8	15,7
18:3	0,1	2,2	0,4	2
22:6	0,3	9,1	4,1	7,4
ω6:	18,1	6,3	15,9	7,8
18:2	5,1	1,9	5,6	3,2
20:4	5,4	3,3	5,5	3,4
ω3/ω6	0,08	2,8	0,05	2,0

Примечание: — фосфолипиды — % от суммы фосфолипидов; жирные кислоты — % от суммы жирных кислот; ФЭА/ФХ — фосфатидилэтанолламины / фосфатидилхолины

больной молоди в 1,8 раза при тимпании и 1,6 раза при некрозе жабр по сравнению со здоровой свидетельствует о снижении скорости окисления фосфатидилэтанолламинов, тогда как для нормально функционирующих тканей характерно обратное соотношение. Увеличение утилизации фосфатидилхолинов неизбежно влечёт за собой активацию перекисного окисления липидов вследствие нарушения синергического взаимодействия между фосфатидилхолином и антиоксидантами (Роль липидов ..., 1991; Лескова, 2001).

По-видимому, снижение защитного действия фосфатидилхолинов компенсируется увеличением содержания фосфатидилэтанолламинов, также обладающего свойством усиливать антиокислительную активность природных антиоксидантов (Hudson, Mahgoul, 1981). Однако снижение уровня фосфатидилхолинов сочеталось с резким накоплением продуктов его гидролиза, в частности лизофосфатидилхолинов. Многократное увеличение лизофракции свидетельствует о повышении активности перекисного окисления липидов.

В обеспечении нормального функционирования организма важная роль отводится эссенциальным жирным кислотам и их соотношению, а также отдельным высоконенасыщенным жирным кислотам ω-3 и ω-6 ряда,

являющихся протекторами экстремальных состояний. Жирные кислоты ω-3 ряда участвуют в регуляции ферментативной активности, проницаемости и вязкости мембран. Недостаток или избыток приводит к существенным нарушениям физиологического статуса организма. Доказано, что среди полиеновых кислот особую роль играет самая ненасыщенная из них — докозагексаеновая кислота (C<sub>22:6</sub> ω3). В силу своих физиолого-биохимических свойств эта кислота в значительной степени определяет функциональное состояние и защитные возможности вида (Шульман, 1990). Известно, что недостаточность докозагексаеновой кислоты (C<sub>22:6</sub> ω3) приводит к резкому снижению устойчивости рыб к экстремальным воздействиям.

Следствием развивающегося заболевания является значительная вариабельность в группах больных и здоровых рыб по содержанию жирных кислот.

Так, у молоди бестера больных тимпанией уровень докозагексаеновой кислоты (C<sub>22:6</sub> ω3) в фосфолипидах составляет лишь 0,3% от суммы жирных кислот, тогда как у здоровой молоди её доля составляет 9,1%. Эти различия обусловлены и низким уровнем линоленовой кислоты (C<sub>18:3</sub> ω3) у больных рыб (табл. 2).

Так доля полиненасыщенных жирных

кислот  $\omega$ -3 ряда в составе фосфолипидов поражённой рыбы очень низкая — почти в 12 раз меньше по сравнению со здоровой.

У молоди бестера при жаберном некрозе также происходит уменьшение суммарного количества  $\omega$ -3 кислот с соответствующими сдвигами в уровне их индивидуальных представителей. Так, содержание  $\omega$ 3 кислот снизилось в среднем почти в 2 раза, за счёт уменьшения уровня линоленовой ( $C_{18:3}$   $\omega$ 3) в 5 раз и докозагексаеновой ( $C_{22:6}$   $\omega$ 3) кислот в 1,8 раза по сравнению со здоровыми рыбами.

У молоди больной тимпанией одновременно со снижением уровня  $\omega$ 3 жирных кислот отмечается высокая в 2,9 раз концентрация  $\omega$ -6 кислот, в основном за счёт линолевой ( $C_{18:2}$   $\omega$ 6) и арахидоновой ( $C_{20:4}$   $\omega$ 6), уровень которых выше в 2,7 и 1,6 раза соответственно, чем у здоровых.

При некрозе жабр у бестера также повышается концентрация  $\omega$ -6 кислот в 2 раза за счёт повышения уровня линолевой ( $C_{18:2}$   $\omega$ 6) и арахидоновой кислот ( $C_{20:4}$   $\omega$ 6) в 1,6—1,8 раз.

Ввиду этих изменений отношение кислот линоленового ряда к линолевому ( $\omega$ 3/ $\omega$ 6) у рыб больных тимпанией и некрозом жабр было существенно ниже физиологической нормы, которая в фосфолипидах осетровых рыб должна быть не менее 1,5 ед.

Полученные результаты можно рассматривать как свидетельство патофизиологических перестроек в организме больных рыб.

Следует отметить, что такой повышенный уровень арахидоновой кислоты ( $C_{20:4}$   $\omega$ 6), являющейся субстратом для синтеза обширного класса физически активных веществ — эйкозаноидов, может обеспечить поддержание функционирования организма при дальнейшем развитии стрессовой реакции.

Таким образом, выявленные изменения баланса липидов и жирных кислот свидетельствуют о повышенных энерготратах больных рыб за счёт мембранных липидов. Недостаточность содержания одних и избыточность накопления других жирных кислот, является следствием развивающегося заболевания и предпосылкой для развития мембранолитических процессов, сопровождающихся на клеточном и тканевом уровнях сложным комплексом патофизиологических и биохимических нарушений.

Изучение процессов происходящих при заболеваниях и их регуляции позволяют правильно понять молекулярный механизм возникновения и протекания патологии, и, следовательно, изыскать пути оптимизации лечебно-профилактических мероприятий.

### Литература

- Абросимов С.С., Абросимова К.С.** Влияние микробного населения кишечника на биологическое и продуктивное действие стартового корма // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: материалы докл. IV Междунар. науч.-практ. конф., 13—15 марта 2006 г., Астрахань, Россия. М.: ВНИРО, 2006. С. 217—219.
- Абросимова К.С., Абросимова Н.А., Васильева Л.М.** Проблемы выращивания личинок и мальков осетровых рыб в интенсивной аквакультуре и пути их решения // Фундаментальные исследования. 2015. № 2(9). С. 1882—1886.
- Механизмы реактивации липидзависимых ферментов при патологических состояниях / Е.Б. Бурлакова [и др.] // Липиды биологических мембран. Ташкент, 1982. С. 16—23.
- Роль липидов в процессе передачи информации в клетке / Е.Б. Бурлакова [и др.] // Биологические науки. 1991. Т. 333. Вып. 9. С. 2124.
- Лескова Г.Ф.** Роль нарушений липидного обмена в патогенезе гемморагического шока и пути их коррекции. // Успехи современной биологии. 2001. Т. 121, №1. С. 79—90.
- Шивокене Я.** Симбионтное пищеварение у гидробионтов и насекомых. Вильнюс: Мокслас, 1989.
- Шталь Э.** Хроматография в тонких слоях. М.: Мир, 1965.
- Шульман Г. Е., Юнева Т. В.** Докозагексаеновая кислота и ненасыщенность липидов у рыб // Гидробиол. журн. 1990. Т. 26, № 6. С. 50—55.

**Щелкунов И.С.** Некроз жабр рыб / Рыбное хозяйство: экспресс-информация. М: ЦНИИТЭИРХ, 1988. № 4.

**Abrosimova X.** Specificities of symbiotic digestion in young sturgeons *Acipenser gueldenstaedti* Brand // World Aqua-2006, May 9—13, Firenze, Italy. P. 8.

A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues / J. Folch [et al.] // J. Biol. Chem. 1957. Vol. 226, № 1. P. 497—510.

**Hudson B.J.F., Mahgoul S.E.O.** Synergism between phospholipids and naturally occurring antioxidants in leaf lipids // J. Sci. Food Agric. 1981. V. 32. P. 208—210.

УДК 639.373.8:639.3.043

## ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК КЕФАЛИ-ПИЛЕНГАСА *LIZA NAEMATOSCHEILUS*, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ИСКУССТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Е.Б. Абросимова, Н.А. Абросимова, Т.В. Колесникова

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

e-mail: abrosimovaekaterina@yandex.ru

Кефаль-пиленгас, акклиматизированный в Азово-Черноморском бассейне — один из перспективных объектов аквакультуры. Эвригалинность позволяет культивировать пиленгаса в прудах, лиманах, водохранилищах и море с солёностью от 1 до 35 ‰ (Аналитический обзор ..., 2016). Высокие вкусовые качества мяса и икры и высокий темп роста, экологическая пластичность и особенности спектра питания позволяют успешно выращивать его в поликультуре с другими рыбами.

Технология выращивания кефалей, в том числе пиленгаса, ориентирована на вылавливание молоди на выходах пресной воды на побережье моря, или непосредственно в море, помещая в специальные зимовальные комплексы, которые чаще всего снабжаются артезианскими водами. После зимовки молодь выпускают в лиманы или солоноватоводные рыбководные пруды для дальнейшего выращивания до товарной массы.

Несмотря на полную натурализацию пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне и сформировавшейся самовоспроизводящейся популяции с 2000 г. отмечается снижение её численности, обусловленной как с возросшей промысловой нагрузкой, так и рядом неблагоприятных абиотических факторов (Анализ роста ..., 2015).

На фоне снижения численности популяции пиленгаса, в том числе половозрелых особей, и усиливающегося освоения добычи углеводов, загрязнения естественных во-

доёмов различными стоками становится очевидным разработка и усовершенствование технологии искусственного воспроизводства, включающего формирование ремонтно-маточных стад в контролируемых и регулируемых условиях.

До настоящего времени искусственное воспроизводство кефалей базируется на отлове зрелых производителей в море и, соответственно, существенно зависит от наличия зрелых производителей и качества половых продуктов. В силу сложившихся условий такая система обеспечения воспроизводства кефалей весьма проблематична.

Наиболее сложным этапом в искусственном воспроизводстве кефали-пиленгаса является выращивание личинок и ранней молоди, что связано с особенностями их формирования и роста.

Литературные данные по культивированию пиленгаса свидетельствуют, что личинок пиленгаса при выращивании в проточных, полупроточных бассейнах и УЗВ кормят мелкими живыми кормами с постепенным увеличением размера пищи и дальнейшим переводом на искусственные корма (Аналитический обзор ..., 2016). В качестве живых стартовых кормов используют микроводоросли, зоопланктон и артемию салина. Установлено, что темп роста и выживаемость личинок определяются условиями содержания и обеспеченностью их разнообразным живым кормом в соответствии с возрастными особенностями.

В качестве живого стартового корма исследователи использовали зоопланктон: инфузории рода *Euplotes*, коловраток, науплии и мелкие виды копепоид, в основном *Acartia clausi*, личинок моллюсков, науплиусы, метанауплиусы и взрослую артемию (*Artemia salina*). Эти кормовые объекты отлавливали в естественных водоёмах, процеживали через соответствующие сита для отбора корма соответствующего ротовому отверстию для данного возраста личинок и обрабатывались антисептиками. Следует отметить, что выращиванием пиленгаса на ранних стадиях постэмбриогенеза занимаются в береговых морских хозяйствах с использованием морской воды.

Задачей наших исследований было выращивание личинок пиленгаса в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ), разработанной сотрудниками ООО «Симеон АкваБиоТехнологии» а рамках договора № 65 ГРНТИС5/25956 от 22.12.2016 в лотках площадью 2,69 м<sup>2</sup> и глубиной 0,35 м.

Учитывая особые санитарно-ветеринарные требования при культивировании гидробионтов в УЗВ, в нашем эксперименте в качестве кормовых объектов использовали культуры хлореллы (для питания инфузорий и коловраток), инфузории рода *Euplotes*, коловраток *Brachionus plicatilis*, декапсулированные цисты, науплиусы и метанауплиусы *Artemia salina*. Как видно из данного перечня кормовых объектов морские виды ветвистых ракообразных исключены ввиду отсутствия в литературе способов их промышленного выращивания (Новоселова, 2012). Отсутствуют также методы массового культивирования пресноводных и морских видов копепоид.

Количество хлореллы поддерживали на уровне 1 000—1 500 % от массы коловраток. При выборе данной величины ориентировались на данные Л.И. Аксеновой и Э.В. Макарова (2001), полученные в результате экспериментов по определению оптимальной величины рациона *Brachionus calyciflorus* [табл. 15, с. 46], и на результаты наших ранних исследований.

В качестве контроля использовали данные В.С. Борисенко с соавторами (1988) и Е.Ю. Сайфулиной (1987, 1991) при выращивании личинок пиленгаса в проточных бас-

сейнах типа КМ02.4,0.1,5.1,2 площадью 6 м<sup>2</sup> и глубиной 0,8 м.

Культуры морской хлореллы, инфузорий и коловраток были получены на кафедре «Технические средства аквакультуры» Донского государственного технического университета (ДГТУ) г. Ростова-на-Дону.

В течение 3-4 суток (этап эндогенного питания), когда личинки пиленгаса питаются за счёт гликолипопротеидов желточного мешка, солёность воды постепенно уменьшали с градиентом снижения около 2 ‰.

В возрасте 3—4 суток у личинок полностью резорбировался желточный мешок, открылось ротовое отверстие и отмечена перистальтика желудочно-кишечного тракта. У личинок проявился поисковый инстинкт, что свидетельствовало об их морфологической подготовленности к экзогенному питанию. В это время их переводили для выращивания в экспериментальную установку.

При выращивании личинок пиленгаса в системе «микроводоросли + кормовой зоопланктон + личинки пиленгаса» создавали оптимальный (или близкий к нему) режим выращивания: температура воды — 17—20 °С, содержание растворенного в воде кислорода — 7—8 мг/л, солёность — 7—8 ‰. При выборе такого режима ориентировались на литературные источники, представленные в Аналитическом обзоре (2016), а также на собственный опыт выращивания личинок и молоди пиленгаса в бассейнах. Кормление живыми кормами проводили в течение 20 суток (24 сутки после вылупления). Начальная плотность посадки личинок после выдерживания — 30 экз./м<sup>3</sup>.

Кормление осуществляли 3 раза в сутки — утром, днём и вечером соответственно в 7—8, 12—13 и 17—18 ч, в отдельные дни при активной поедаемости (определяли визуально) — 4 раза.

Ввиду того, что погибшие личинки быстро лизируются, что характерно для личинок всех рыб, выживаемость определяли по конечному результату.

После вылупления на 3—4-й день (начало активного питания) при длине в среднем около 3 мм в бассейн с личинками пиленгаса стали подавать суспензию «инфузория + ко-



Схема и результаты кормление личинок пиленгаса

Наименование показателя	Показатель	
	Опыт <sup>1</sup>	Контроль <sup>2</sup>
1. Продолжительность выращивания, сут.	20	20
2. Возраст перехода на активное питание, сут.	3	3
3. Оптимальная плотность кормовых организмов, экз./мл:		
инфузорий	20	данные отсутствуют
коловраток	5	
науплий артемии	2	
копепод	—	
4. Размер кормовых организмов, мкм:		
инфузорий	40—70	40—70
коловраток	100—250	100—200
науплий артемии	450—900	450—900
копепод	—	100—1000
5. Возраст личинок при кормлении, сут.:		
инфузориями	3—5	3—5
коловратками	3—20	3—20
науплиями артемии	8—20	8—30
копеподами	—	5—30
6. Кратность кормления, раз/сут.	3—4	3—4
7. Выживаемость за период выращивания, %	32	30
8. Средняя индивидуальная масса молоди, мг	45—55	40—55
9. Среднесуточный прирост, мг/сут.	2,3—2,8	2,0—2,8
10. Рыбопродуктивность, кг/м <sup>3</sup>	1,374	0,656

Примечание — <sup>1</sup> — экспериментальная установка; <sup>2</sup> — обобщённые литературные данные (Борисенко и др., 1988; Сайфулина, 1987, 1991)

ловратки» в соотношении инфузории: коловратки 1 : 1 (20 и 20 экз./мл). Было отмечено, что рацион личинок в течение первых 3—4-х суток составляли инфузории размером 40—70 мкм при незначительном присутствии коловраток размером не более 100 мкм. У личинок длиной около 5 мм коловратки в рационе составляли более 20 %.

В течение 5—7 суток роль коловраток в рационе личинок увеличивалась. Соотношение в потреблённой пище инфузорий и коловраток составляло около 1 : 2,5. Увеличился и размер потребляемых коловраток 100—250 мкм, что обусловило в дальнейшем введение в состав кормов декапсулированных цист и однодневных науплиусов артемии.

С 8 по 12 сутки в состав рациона вводили декапсулированные цисты и науплиусы артемии. В рационе личинок роль инфузорий была незначительна, количество коловраток и артемии составляло в соотношении 5 : 1.

В дальнейшем в бассейне с личинками повышали количество науплиусов и метанау-

плиусов артемии в соотношении коловратки: артемия 5 : 2.

По завершении кормления через 20 суток личинки достигли массы 45—55 мг при длине 23—24 мм. Выживаемость составила 32 %, что согласуется с литературными данными при кормлении инфузориями, коловратками, науплиями артемии и копеподами (см. таблицу).

Сравнивая результаты выращивания личинок пиленгаса в проточных бассейнах (контроль) и УЗВ (опыт) при благоприятных условиях термического, газового и солевого режимов следует отметить, что плотность посадки личинок в 1 м<sup>3</sup> воды опытной установки можно повысить более чем в 2 раза. При близкой величине массы личинок их выход увеличился почти в 2 раза.

Рассматривая факторы кормления, следует отметить, что положительным при выращивании личинок в опытной установке является стабильность в обеспечении кормления и санитарно-ветеринарная безопасность,

отрицательным — ограниченность видового спектра кормовых объектов, что может в дальнейшем отрицательно повлиять на физиологическую полноценность молоди. В контрольном варианте положительным является разнообразие кормовых объектов — более

20 видов, отрицательным — зависимость от наличия в водоёме кормовых объектов, необходимость обработки кормовых объектов антисептиками, отсутствие безопасности от протозойных и других паразитарных заболеваний.

### Литература

**Аксенова Е.И., Макаров Э.В.** Индустриальное культивирование стартовых живых кормов для рыб: Результаты и перспективы. Ростов н/Д, 2001.

Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по кормам для нетрадиционных объектов аквакультуры (пиленгас, судак) и выбор направления исследований: отчет о НИР (заключительный) / ФГБОУ ВО ДГТУ. Руководитель Н.А. Абросимова. РН:№ АААА17-117091840031-1: Ростов н/Д, 2016.

**Новоселова Н.В.** Живые корма — важнейшее звено в биотехнологии выращивания морских рыб. Некоторые особенности культивирования морского зоопланктона // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане / Труды ЮгНИРО. Керчь, 2012. С. 134—151.

**Сайфулина Е.Ю.** Питание личинок камбалы-гlossы, камбалы-калкан, кефали-пиленгас, выращиваемых в искусственных условиях // Рыбное хозяйство. 1991. №12. С. 49—52.

**Сайфулина Е.Ю.** Питание личинок кефали-пиленгаса при выращивании в искусственных условиях // Современное состояние и перспективы рационального использования и охраны рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря: тез. докл. Всесоюзн. конф. Ч. 2. Аквакультура. М.: ВНИРО, 1987. С. 94—95.

Анализ роста и выживаемости пиленгаса в течение трёхлетнего цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства ФГБНУ «ЮгНИРО» / В.Н. Туркулова [и др.] // Труды ЮгНИРО. Керчь, 2015. Т. 53. С. 80—91.

УДК 639.371

## ПРОДУКЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМОК АМУРСКОГО ОСЁТРА И КАЛУГИ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В САДКАХ ТЕПЛОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Д.Ю. Амвросов<sup>1</sup>, В.А. Свицерский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток, Россия

e-mail: d.amvrosov@yandex.ru

<sup>2</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, г. Владивосток, Россия

e-mail: viktorsvidersky@mail.ru

В результате резкого сокращения естественных популяций осетровых рыб в бассейне р. Амур, связанного с интенсивным выловом, добыча амурского осётра и калуги запрещены. На данный момент очень остро стоит вопрос восстановления численности природных популяций этих видов. Для решения этой проблемы, а также для получения товарной осетровой продукции необходимо создавать племенные продукционные стада.

На Лучегорской научно-исследовательской станции (НИС) ФГБНУ «ТИНРО-Центр», расположенного на севере Приморского края и использующего сбросные тёплые воды электростанции ЗАО «ЛуТЭК» сформированы маточные стада амурского осётра (с 1993 г.) и калуги (с 1996 г.). В начале 2000-х годов производители обоих видов начали созревать и с тех пор регулярно используются для воспроизводства и получения пищевой

икры (Свирский, Рачек, 2005; Рачек, Свирский, 2008).

Результаты исследований биологических и продукционных характеристик самок амурского осётра и калуги в процессе многолетней эксплуатации в тепловодном садковом хозяйстве, на наш взгляд, представляют несомненный научно-практический интерес.

Материалом для исследований послужили промышленные доместифицированные маточные стада амурского осётра генераций 1993, 1996 и 1999 гг. и маточные стада калуги генераций 1996, 1998 и 1999 гг. в возрасте от 18 до 24 лет.

Производители выращены из икры, личинок и сеголеток природных популяций амурского осётра и калуги, в условиях полевого инкубационного пункта и рыбозаводного цеха Амурской ТЭЦ-1. В течение всего срока выращивания для кормления рыбы использовали различные живые и искусственные корма импортного и отечественного производства. При достоверном определении пола у ремонтников вводили электронные метки-транспондеры. Ежегодно осенью проводили бонитировки, во время которых определяли количество созревших и незревших самок, определяли массу тела и значения основных размерных признаков. Для определения стадии зрелости икры выполняли щуповые биопсийные пробы, а также исследовали гонады самок методом УЗИ-диагностики. Созревших и готовых к нересту самок размещали в отдельных садках.

Стимулирование самок проводили внутримышечными инъекциями гормонального стимулирующего препарата «Сурфагон» (GnRH) — инъекции осуществляли при температурах 14—16 °С. Самок амурского осётра перед нерестом выдерживали в бассейнах инкубационного цеха, а самок калуги в садках на понтонной линии. Овулировавшую икру получали прижизненно, используя для этого хирургический метод и метод надрезки яйцеводов с последующим сжеживанием икры.

С момента созревания первых самок в период с 2002 по 2017 г. было проведено 174 нереста самок амурского осётра трёх генераций и 72 нереста самок калуги трёх генераций.

Для удобства описания размерных и продукционных характеристик производителей, всех самок из трёх генераций амурского осётра объединили вместе по возрастным группам от 8 до 24 лет; всех самок из трёх генераций калуги объединили вместе по возрастным группам от 10 до 21 года.

#### *Продукционные показатели самок амурского осётра*

Возраст и масса тела первого нереста самок амурского осётра зависела от условий содержания и кормления в предшествующие годы.

Первые самки амурского осётра генерации 1993 г., содержащиеся в начальный период жизни при повышенных температурах воды и дефиците кислорода, созрели в возрасте 9 лет, срок созревания всей генерации растянулся на 4 г. Амурские осётры 1996 г., содержались при более благоприятных условиях. Созревание первых самок этого поколения произошло в 8-летнем возрасте и в течение 3 лет созрели остальные самки генерации. Самки амурского осётра генерации 1999 г. содержались в хороших условиях и при повышенном режиме кормления. Первые достигли полового созревания только в 10-летнем возрасте, но созревание всего поколения продлилось 2 г. (Рачек, 2012).

Все самки амурского осётра созревали от 4 до 8 раз. Межнерестовые интервалы 3 генераций распределились следующим образом: нерестящиеся ежегодно — 27 %; пропускающие один сезон — 48 %; пропускающие два сезона — 22 %; пропускающие три сезона или более — 3 %. Для отдельных самок разных генераций в возрасте от 16 до 23 лет были отмечены случаи ежегодного созревания в течение 3-х и 4-х лет подряд.

Впервые созревающие самки амурского осётра разных генераций в возрасте 8—13 лет имели массу тела от 6,8 до 36,3 кг (рис. 1, А).

Годовые приросты массы тела самок, пропускавших один-два нерестовых сезона и набравших икру, составляли от 4 до 7 кг. Годовые приросты самок, участвовавших в нересте, были значительно ниже, не более 1—2 кг. В некоторых случаях после изъятия весной большого количества икры, к осени этого же года масса самок не успевала восстановиться

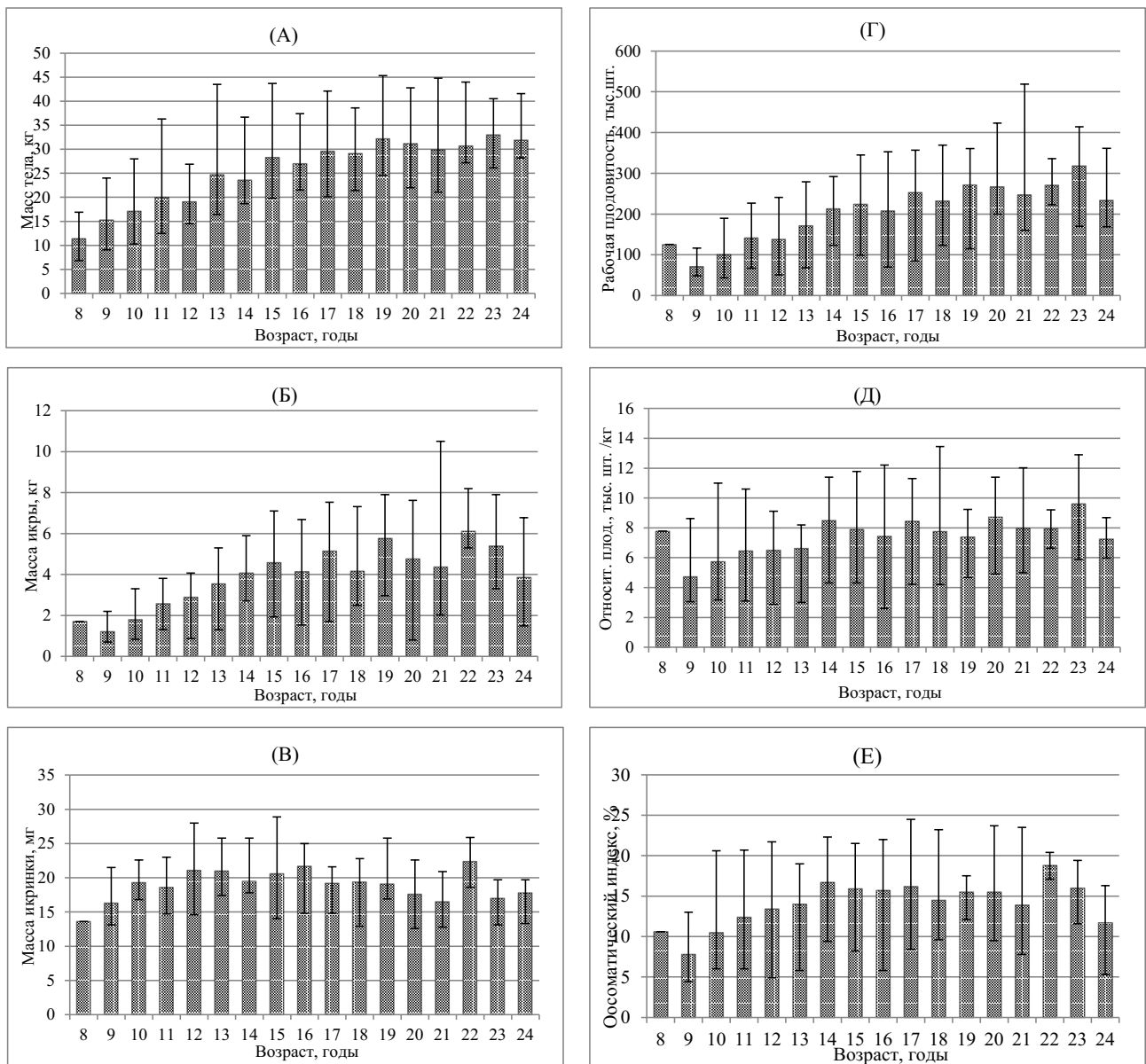


Рис. 1. Динамика продукционных показателей самок амурского осётра из садков Лучегорской НИС в зависимости от возраста (объединённые данные по генерациям 1993, 1996 и 1999 гг.)

до преднерестовых значений. Максимальная масса самки амурского осётра, участвующей в нересте составляла 45,3 кг.

Молодые самки амурского осётра ранних генераций при первом нересте продуцировали от 0,7 до 3,7 кг икры (рис. 1, Б). Средние значения массы продуцируемой икры самками всех генераций ежегодно увеличивалась на 0,2—0,9 кг. Среднее количество икры, полученное от одной самки амурского осётра за весь период наблюдений — 3,8 кг. Абсолютное количество икры — 10,5 кг было получено от 21-летней самки генерации 1993 г. (Рачек, Свирский, Скирин, 2010).

Средняя масса икринок амурского осётра за период экспериментов приблизилась к

20 мг (рис. 1, В). Самые крупные икринки — 28,6 мг были обнаружены у 15-летней самки генерации 1999 г.

Рабочая плодовитость первых созревших самок амурского осётра составляла 50—125 тыс. шт. икринок (рис. 1, Г). С каждым созреванием средние значения рабочей плодовитости возрастали, достигнув 318 тыс. шт. икринок при возрасте самок 23 лет. Абсолютная общая плодовитость была зафиксирована у самки 1993 г. в возрасте 21 года — 520 тыс. шт. икринок.

У молодых самок значения относительной плодовитости — 2,5—5,0 тыс. шт. икр./кг (рис. 1, Д). С увеличением массы рыбы увеличивались средние значения относительной

плодовитости и за весь период приблизились к 7,5 тыс. шт. икр./кг. Самая высокая относительная плодовитость отмечена у 18-летней самки амурского осётра 1993 г. — 13,5 тыс. шт. икр./кг.

Осоматический индекс (ОСИ) имел минимальные значения у впервые созревающих самок 1993 г. — 4,3 (рис. 1, Е). С возрастом самок ОСИ плавно увеличивался, и с возраста 14 лет достиг 14,7. Максимальное значение ОСИ 24,8 отмечено у самки генерации 1996 г. в возрасте 17 лет.

Амурские осётры технологичны при содержании и при проведении нерестовых работ. Подрезка яйцеводов производится легко, икра сжеживается большими порциями, самки могут переносить процедуру сжеживания 2—3 раза, что позволяет почти полностью изъять овулировавшую икру. Самки мало травмируются и быстро проходят процесс реабилитации — в течение нескольких суток переходят к питанию. Надрезы яйцеводов иногда не зарастают и при последующем нересте можно проводить сжеживание икры, не производя новой надрезки (Рачек, Свирский, Скирин, 2010). Выживаемость самок амурского осётра за многолетний период эксплуатации у всех генераций различная. Так, выживаемость самок генерации 1993 г. составила 64 %, генерации 1996 г. — 44 %, 1999 г. — 83 %. Средняя выживаемость самок всех генераций в течение 17 лет эксплуатации равняется 65%.

#### *Продукционные показатели самок калуги*

Первые две самки калуги генерации 1996 г. достигли полового созревания в 10-летнем возрасте. Последняя самка этой же генерации созрела в 19-летнем возрасте, следовательно, длительность созревания генерации 1996 года составила 9 лет.

Калуга 1998 г. начала созревать в 10-летнем возрасте, а последняя самка участвовала в нересте в возрасте 16-лет — время созревания всей генерации составила 6 лет.

Первая самка калуги 1999 г. созрела только в 12-летнем возрасте. Последние не нерестящиеся самки этого поколения будут впервые участвовать в нересте только весной 2018 г. достигнув 19-летнего возраста. Таким образом, продолжительность созревания всех

самок калуги генерации 1999 года составит 7 лет.

Данные по межнерестовым интервалам для самок калуги трёх генераций не полные, т. к. от некоторых получали икру только один раз. Большинство самок калуги за весь период наблюдений участвовали в нересте 2—3 раза. Для самок калуги всех генераций, продуцировавших икру более одного раза, межнерестовые интервалы распределились следующим образом: нерестящиеся ежегодно — 0 %; пропускающие один сезон — 39 %; пропускающие два сезона — 42 %, пропускающие три или более сезонов — 19 %. У некоторых впервые и повторно созревающих самок калуги были отмечены случаи резорбции икры, близкой к IV-й стадии зрелости ооцитов, что приводило к дополнительному пропуску нерестовых сезонов. От одной самки калуги генерации 1996 г. в период 2007—2016 гг. получали икру 5 раз — самка в среднем пропускала между нерестами 1 сезон.

Масса самок калуги разных генераций при первом созревании в возрасте 9—19 лет составляла от 41,2 до 77,0 кг (рис. 2, А).

Ежегодные приросты самок калуги сильно варьировали. При благоприятных условиях приросты массы у пропустивших нерестовый сезон самок калуги составляли от 2,7 до 16,7 кг, но были отмечены случаи снижения массы тела в течение вегетационного периода у рыб, которые пропускали нерест в этот год. Обычно такое снижение веса сопровождалось процессом резорбции имеющейся у самки икры. После нереста весной большинство особей к осени не восстанавливали массу тела. Абсолютное значение массы тела 106,1 кг было зафиксировано у участвовавшей в нересте 18-летней самки калуги генерации 1996 г.

Первые созревшие самки калуги всех генераций в возрасте 10—19 лет продуцировали от 2,4 до 11,2 кг икры (рис. 2, Б). При повторном созревании через 2—3 года количество икры у одних и тех же самок увеличивалось на 2,7—4,5 кг. Среднее количество икры, полученное от одной самки калуги (за весь период наблюдений) — 6,8 кг. Абсолютное количество икры получили от самки калуги генерации 1996 г. в 18-летнем возрасте — 13,0 кг.

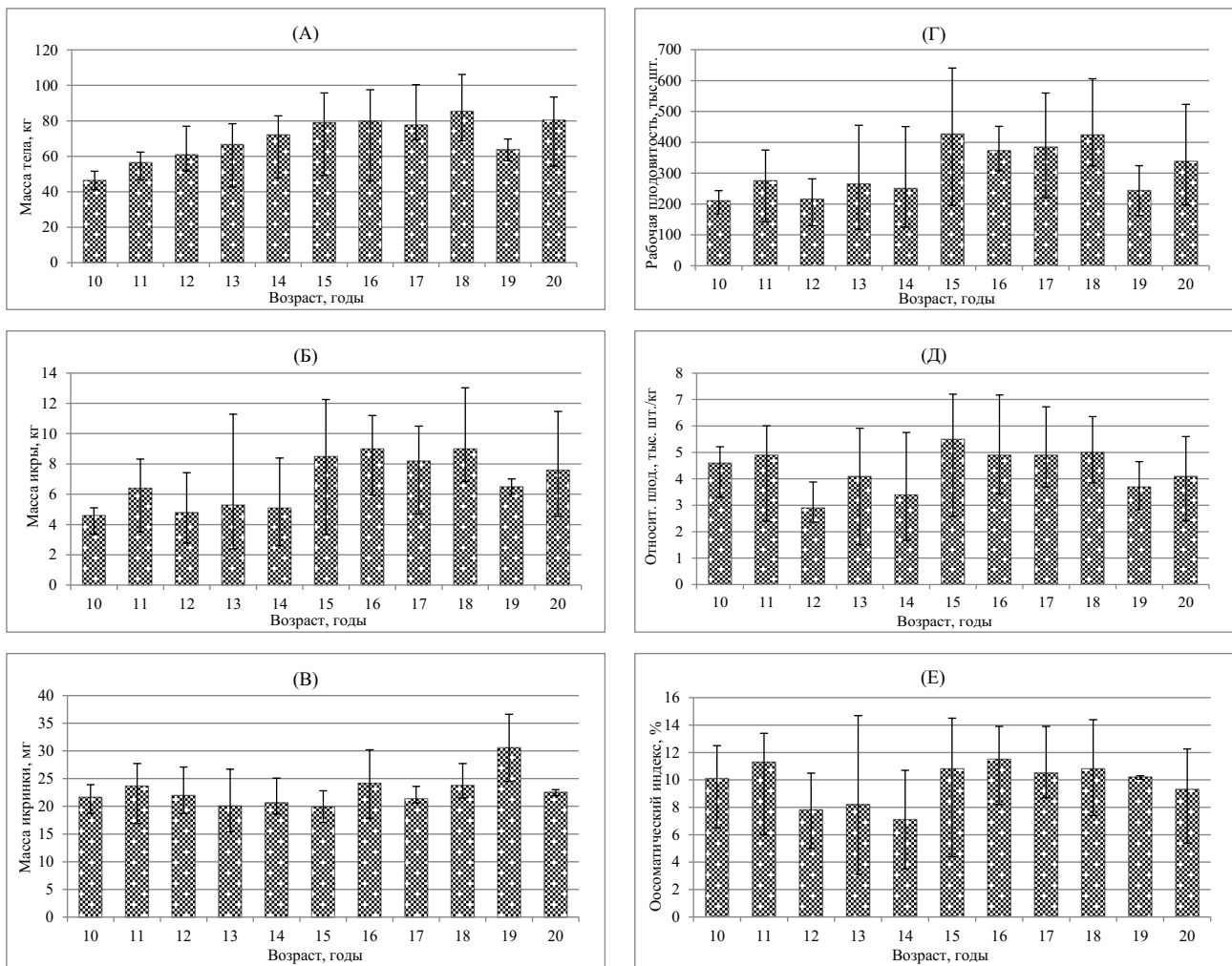


Рис. 2. Динамика продукционных показателей самок калуги из садков Лучегорской НИС в зависимости от возраста (объединённые данные по генерациям 1996, 1998 и 1999 гг.)

Средние значения массы икринок от всех самок калуги — 22,7 мг (рис. 2, В). Максимальная масса икринок 36,6 мг была отмечена у самки генерации 1996 г. 19-летнего возраста.

Рабочая плодовитость у особей, созревших в первый раз, — 205—305 тыс. шт. икринок (рис. 2, Г). У повторно нерестящихся средняя плодовитость увеличивалась до 400 тыс. шт. икринок, при максимуме 425 тыс. шт. у самок в возрасте 15 и 18 лет. Наивысшая общая плодовитость 640 тыс. шт. была установлена у самки калуги генерации 1998 г. в 15-летнем возрасте.

Впервые созревшие самки (рис. 2, Д) продуцировали 3,0—5,0 тыс. шт. икр./кг. Однако у повторно созревших самок относительная плодовитость также редко превышала 5,0 тыс. шт. икр./кг. Максимальная плодовитость по отношению к массе тела была отмечена у 16-летней самки калуги 1996 г. и у

15-летней самки 1998 г. — 7,2 тыс. шт. икр./кг.

Наименьший осоматический индекс в размере от 5,0 до 7,7 был отмечен у молодых самок калуги при первом нересте в возрасте 12—14 лет (рис. 2, Е). С возрастом среднее значение ОСИ увеличивалось и достигло 11,5 у 16-летних самок. Наибольшее значение 14,7, зафиксировано у самки генерации 1996 г. в возрасте 13 лет.

Нерестовые работы с самками калуги осложняются их крупными размерами. При проведении подрезки яйцеводов икра сжеживается довольно легко; но проводить процесс отбора икры более 2-х раз не рекомендуется, т. к. рыба в процессе изъятия травмируется и теряет много слизи, после чего очень долго проходит реабилитационный период, практически не двигаясь. Через несколько дней после нерестовых работ у самок калуги в обязательном порядке необходимо обрабатывать антисептическими растворами травмы и по-

тёртости и проводить инъекции антибиотиков, иногда обработки и инъекции приходится делать несколько раз. Выживаемость самок калуги в процессе эксплуатации, начиная с 2006 г. следующая: генерация 1996 г. — 85 %, генерация 1998 г. — 29 %, генерация 1999 г. — 91 %. Общая выживаемость всех самок калуги маточных стад за 11 лет эксплуатации, начиная с 2006 г., составила 74 %.

#### Выводы

Таким образом, в условиях тепловодного хозяйства Лучегорской НИС доместичированные самки осетровых рыб амурского бассейна — амурский осётр и калуга, выращенные из потомства природных популяций, адаптировались к условиям содержания, достигли крупных размеров и полового созревания, регулярно продуцируют качественную икру в большом объёме. Возраст полового созревания зависит от условий содержания и сбалансированного кормления: самки амурского осётра при благоприятных условиях созревают в 8—10 лет, самки калуги в 10—12 лет. При менее благоприятных условиях созревание самок амурского осётра отодвигается до 13-летнего возраста, а для самок калуги возраст первого созревания может сдвинуться до 19 лет. Большинство самок амурского осётра после изъятия икры пропускают 1—2 нерестовых сезонов; для самок калуги сроки между созреваниями составляют 2—4 года и дольше в случаях спонтанной резорбции икры. При повторных созреваниях производственные показатели самок увеличиваются.

Самки амурского осётра оказались довольно устойчивы к условиям тепловодного хозяйства, а так же очень технологичны в работе — хорошо растут и созревают при кормлении искусственными кормами, легко переносят нерестовые работы и быстро

проходят восстановительный период. Икра, продуцируемая самками амурского осётра, может быть использована для воспроизводства и последующего зарыбления водоёмов естественного ареала, проведения селекционных работ и производства пищевой икорной продукции.

Самки калуги гораздо менее устойчивы к условиям тепловодной аквакультуры и не очень технологичны для содержания. Для полноценного развития и полового созревания при кормлении искусственными кормами они нуждаются в дополнительном кормлении свежей рыбой. Взрослые калуги плохо переносят работы по изъятию икры, долго восстанавливаются и требуют дополнительного ухода и лечения. Работа с калугами осложняется большими размерами особей, длительными сроками первого созревания и мало прогнозируемыми неустойчивыми межнерестовыми интервалами. Относительно размеров тела, выход икры у самок калуги меньше, чем у амурских осётров. Икра, продуцируемая самками калуги, хорошего качества — и может быть использована для воспроизводства и восстановления численности природных популяций, а так же для гибридизации с другими видами осетровых рыб с целью создания новых перспективных гибридных форм.

По нашему мнению, амурского осётра можно рекомендовать для содержания в условиях тепловодных хозяйств России с целью создания племенных и производственных стад. Стадо калуги лучше ориентировать для воспроизводства с целью пополнения естественных популяций и получения перспективных гибридов с амурским осётром, а также сохранения генофонда. Содержать калугу в качестве объекта товарной аквакультуры и для производства пищевой икры неэффективно.

#### Литература

**Рачек Е.И., Свирский В.Г.** Процесс формирования доместичированных производственных стад амурского осётра *Acipenser schrenkii* BRANDT и калуги *Huso dauricus* (GEORGI) в тепловодном хозяйстве Приморья // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). М., 2008. С. 120—149.

**Рачек Е.И., Свирский В.Г., Скирин В.И.** Генеративная и соматическая продукция самок осетровых рыб экспериментального хозяйства в Приморье как основа производства гастрономической икры // Известия ТИНРО. 2010. Т. 161. С. 229—250.

**Рачек Е.И.** Современное состояние осетроводства в Приморском крае // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 6. С. 34—39.

**Свирский В.Г., Рачек Е.И.** Биологические потенции роста и созревания амурского осётра *Acipenser schrenckii* BRANDT и калуги *Huso dauricus* (GEORGI) в управляемых системах // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2005. Вып. 3. С. 535—551.

УДК 639.3.03

## РЕЗОРБЦИЯ ООЦИТОВ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS*) В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ

А.А. Арчибасов<sup>1</sup>, А.П. Воробьев<sup>1</sup>, Е.А. Данилова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства» (ФГБНУ «ВНИИПРХ»), пос. Рыбное Московской обл., Россия  
e-mail: innovazii-vniiprh@mail.ru

<sup>2</sup>Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет» (ДРТИ ФБОУ ВО «АГТУ»), пос. Рыбное, Московской обл., Россия  
e-mail: kafvba@mail.ru

Эколого-морфологические исследования резорбционных процессов яичников рыб показали, что резорбция, с одной стороны, может протекать как естественный физиологический процесс в разные периоды жизни самок, с другой — как патологический процесс, вызванный неблагоприятными условиями существования производителей. Эти процессы в разной мере оказывают влияние на дальнейший ход развития половых клеток. У рыб с синхронным ростом ооцитов и одновременным икрометанием замедление процессов резорбции может привести к нарушениям полового цикла (Кошелев, 1981).

В осетровых хозяйствах не все созревшие самки могут быть использованы в нерестовом процессе, поэтому вопрос изучения атрезии зрелых ооцитов у рыб в настоящее время актуален.

Целью нашей работы является оценка влияния процесса резорбции зрелых ооцитов на репродуктивные характеристики самок стерляди в промышленных условиях. Данные исследования проводятся в лаборатории осетроводства и акклиматизации ФГБНУ «ВНИИПРХ».

Для этого были смоделированы различные температурные условия содержания производителей: на Конаковском заводе по осетроводству (КЗПО) в цехе длительного выдерживания УЗВ и в прямооточных бассейнах, а также при комбинированном содержании

одной группы на КЗПО и прудах опытно-селекционного хозяйства «Якоть» (ОСПХ «Якоть»).

В экспериментальных работах участвовали 3 группы самок стерляди генерации 2009 г. по 10 экз., не использованных в нерестовой кампании 2017 г., которые содержались в следующих условиях:

1) в прямооточных бассейнах Конаковского филиала (КЗПО), за год количество тепла составляет около 5 500 градусодней;

2) комбинированное содержание: до июня — в бассейнах КЗПО, затем пересаживали в пруды ОСПХ «Якоть», в сентябре — в бассейны;

3) в цехе длительного выдерживания УЗВ Конаковского филиала (УЗВ КЗПО) — в холодной воде при температуре 5—7 °С до октября 2017 г., затем температуру постепенно повышали и переводили рыбу в прямооточные бассейны;

и одна контрольная группа самок стерляди, отнерестившихся в 2017 г. и содержащихся в бассейнах КЗПО.

Температурный режим представлен на рис. 1.

Состояние гонад оценивалось прижизненным методом биопсии. Материалы биопсийных проб ооцитов фиксировали в 70 % спирте для дальнейшей гистологической проводки, и в жидкости Сера — для определения коэффициента поляризации ядра ооцитов.



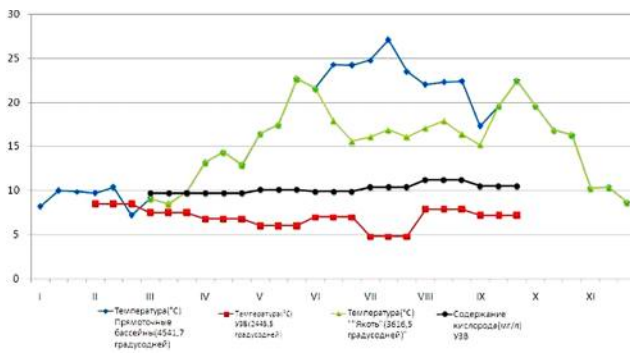


Рис. 1. Температурный и кислородный режимы во время эксперимента

Для гистологического анализа пробы обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации, проводили обработку и изготовление препаратов согласно методике гистологической техники (Волкова, 1971). Окрашивали препараты железным гематоксилином по Гейденгайну. Анализ микропрепаратов и измерения клеток проводили на микроскопах «Микромед МС-2 ZOOM» и «PrimoStar» при помощи камеры Canon G10 с использованием программ захвата видеозаписи «AxioVision» и «ScoreTek».

Исходное состояние ооцитов в яичниках самок всех групп характеризовалось как IV завершённая стадия зрелости с коэффициентом поляризации ядра ооцитов от 0,07 до 0,04 (рис. 2). С января по апрель у самок продолжалась IV стадия зрелости ооцитов.

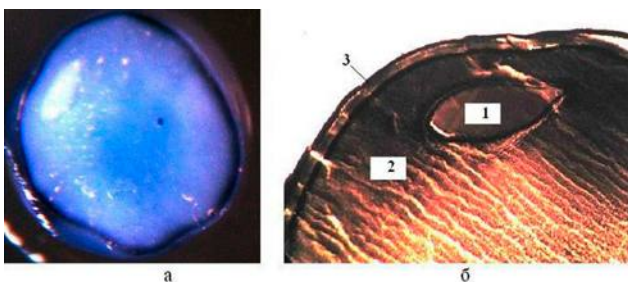


Рис. 2. Расположение ядра в ооците, январь — бассейны КЗПО:

а) увеличение 2<sup>×</sup>; б) увеличение 20<sup>×</sup>; 1 — ядро с оболочками; 2 — гранулы желтка; 3 — оболочка ооцита

В дальнейшем процессы, протекающие в гонадах, различались у самок в различных условиях.

В июне у всех самок, кроме содержащихся в УЗВ КЗПО, проходили процессы резорбции зрелых ооцитов и рост новой генерации

II и III стадий роста (рис. 3—5). На гистологических срезах присутствовали ооциты VI стадии на начальных фазах резорбции желтка, они имеют неправильную форму, мраморную окраску (рис. 3). Рядом с ними развиваются ооциты фаз протоплазматического роста II стадии зрелости, имеющие ядро с многочисленными ядрышками и две оболочки — собственную и фолликулярную, а также ооциты трофоплазматического роста III стадии зрелости (от 500 мкм и более) (рис. 4).

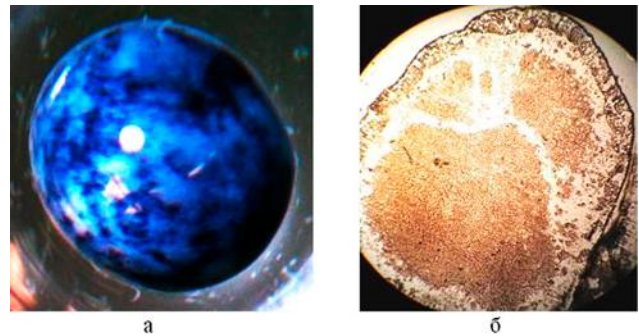


Рис. 3. Начало резорбции:

а) мраморная окраска ооцита, июнь, бассейны КЗПО, увеличение 2<sup>×</sup>; б) гистологический препарат, увеличение 20<sup>×</sup>

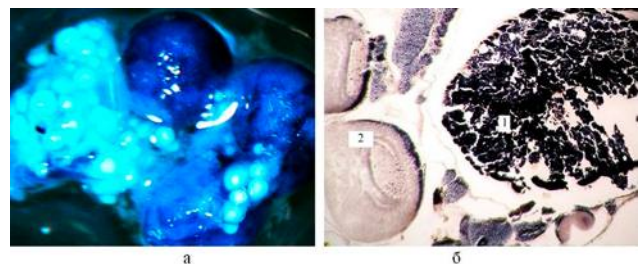


Рис. 4. Ооциты VI, II и III стадий у стерляди из прудов ОСПХ «Якоть», июнь: а) увеличение 2<sup>×</sup>; б) увеличение 20<sup>×</sup>; 1 — резорбирующийся ооцит; 2 — ооцит III стадии

Затем (в нашем случае — в июле) наступает фаза резорбции желтка ооцита VI стадии и уменьшение его размеров (рис. 5).

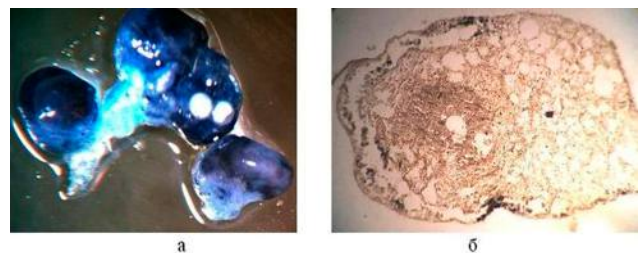


Рис. 5. Резорбция ооцитов стерляди из бассейнов КЗПО, июль: а) увеличение 2<sup>×</sup>; б) увеличение 20<sup>×</sup>

У самок стерляди в условиях холодной воды УЗВ в июне ооциты остаются на IV стадии зрелости, коэффициент поляризации ядра изменяется незначительно, и в среднем составляет 0,09. В июле у некоторых самок (у 2 шт. из 10) в пробах встречаются отдельные ооциты, переходящие в стадию резорбции (рис. 6).

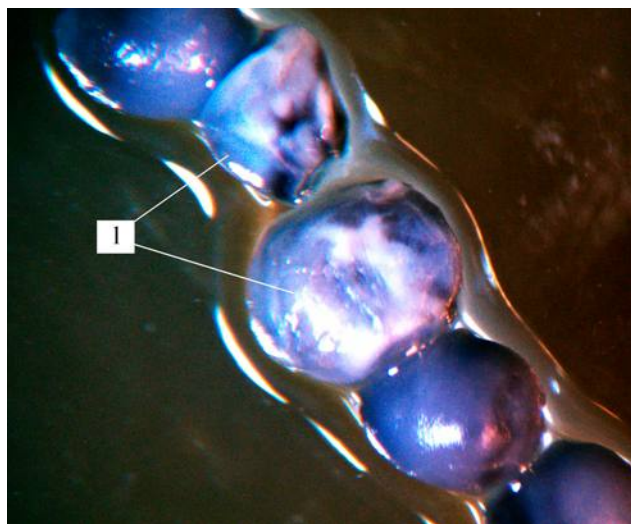


Рис. 6. Ооциты стерляди из УЗВ, июль (увеличение 2<sup>×</sup>):  
1 — в начальных стадиях резорбции

В ноябре 2017 г. у всех самок, кроме содержащихся в цехе длительного выдерживания УЗВ, процесс резорбции завершается, происходит созревание новой генерации ооцитов III и IV стадий, у рыб завершается новый половой цикл (рис. 7).

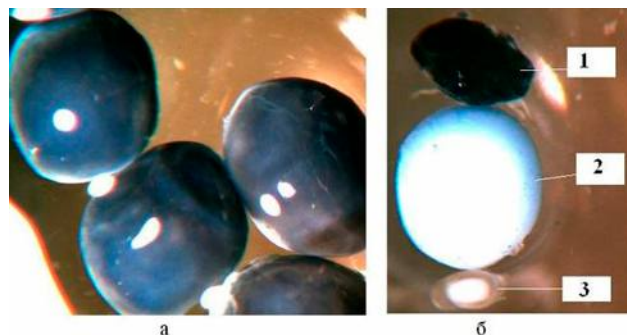


Рис. 7. Ооциты стерляди новой генерации у разных самок в ноябре после комбинированного содержания:  
а) IV стадии зрелости (увеличение 2<sup>×</sup>); б) III стадия (увеличение 3<sup>×</sup>); 1 — ооцит в состоянии резорбции; 2 — ооцит III стадии; 3 — ооцит II стадии

В этих группах у самок на IV стадии зрелости проводилось определение коэффициен-

Характеристика состояния гонад исследуемых рыб на протяжении эксперимента с января по ноябрь 2017 г.

Условия содержания	Характеристика состояния ооцитов	
	начало эксперимента, январь 2017 г.	ноябрь 2017 г.
Прямоточные бассейны КЗпО (контрольная группа)	IV завершённая стадия зрелости с коэффициентом поляризации ядра ооцитов 0,07, диаметр ооцитов — 2,4 мм	Все на IV стадии зрелости. Диаметр ооцитов новой генерации IV стадии зрелости — 2,4 мм (среднее значение), коэффициент поляризации ядра 0,14
Прямоточные бассейны КЗпО (экспериментальная группа)	IV завершённая стадия зрелости с коэффициентом поляризации ядра ооцитов 0,04, диаметр ооцитов — 2,1 мм	Все на IV стадии зрелости. Диаметр ооцитов новой генерации IV стадии зрелости — 2,25 мм (среднее значение), коэффициент поляризации ядра 0,18
*Комбинированное содержание: бассейны - пруды - бассейны	IV завершённая стадия зрелости с коэффициентом поляризации ядра ооцитов 0,058, диаметр ооцитов — 2,2 мм	50 % самок на III стадии, 50 % на IV. Диаметр ооцитов в среднем 1,36 мм, в т. ч.: 50 % экз. на III стадии — до 1,1, в среднем 0,99 мм; 50 % на IV стадии — 2,2 мм (от 2,1 до 2,3 мм), коэффициент поляризации 0,2
Цех длительного выдерживания УЗВ КЗпО	IV завершённая стадия зрелости с коэффициентом поляризации ядра ооцитов 0,09, диаметр ооцитов — 2,29 мм	Резорбция, ооциты на VI—II стадиях: диаметр резорбирующихся ооцитов — 1,5 мм (от 1,33 до 2,42), II стадии — до 0,5 мм

Примечание — \* до июня 2017 г. данная группа рыб содержалась в прямоточных бассейнах КЗпО, затем до сентября — в прудах ОСПХ «Якоть», затем перевезены обратно в бассейны КЗпО

та поляризации ядра, составившего от 0,14 до 0,20 (см. таблицу). Отмечено, что темп созревания происходит в следующем порядке:

1) контрольная группа в прямочных бассейнах КЗПО (после нереста) — IV стадия зрелости, размеры ооцитов в среднем 2,4 мм — достигли значений предыдущего цикла, коэффициент поляризации ядра — 0,14;

2) экспериментальная группа в прямочных бассейнах КЗПО — IV стадия зрелости, размеры ооцитов в среднем 2,25 мм — превышают показатели предыдущего цикла, коэффициент поляризации ядра — 0,18;

3) экспериментальная группа после летнего содержания в прудах ОСПХ «Якоть» — 50 % самок на III стадии, 50 % на IV, диаметр ооцитов III стадии — до 1,1 мм, в среднем 0,99 мм; IV стадии — 2,2 мм (от 2,1 до 2,3 мм), коэффициент поляризации 0,2.

В группе длительного выдерживания в УЗВ массовая резорбция началась после повышения температуры воды в октябре и перевода самок в бассейны КЗПО.

Характеристика состояния ооцитов в яичниках стерляди всех групп, участвующих в эксперименте, включая контрольную и экспе-

риментальные группы, представлена в таблице.

В целом, к завершению 2017 г. получены предварительные результаты, в 2018 г. запланировано получение потомства от всех групп, включая контрольную.

#### *Выводы*

1. Результаты эксперимента, проведённого в течение года, показали, что быстрее всего процессы созревания новой генерации ооцитов происходили в контрольной группе стерляди (после нереста), содержащейся в бассейнах КЗПО.

2. В экспериментальной группе стерляди из прямочных бассейнов (не участвовавших в нересте) состояние гонад оказалось сходным с контрольной, но с небольшим отставанием (меньший коэффициент поляризации).

3. В группе с комбинированным содержанием отставание значительное — в ноябре созрели только 50 % самок, остальные — на III стадии.

4. У группы стерляди, содержащейся в цехе длительного выдерживания УЗВ КЗПО (средняя температура 7,5°C) процесс резорбции зрелых ооцитов начался с повышением температуры в октябре, в конце ноября ооциты находятся на VI—II стадии.

### **Литература**

**Волкова О.В., Елецкий Ю.И.** Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Изд-во «Медицина», 1971.

**Кошелев Б.В.** Экология размножения рыб. М.: Наука, 1984.

УДК 639.371.2

### **ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS*) В МУЛИНСКОМ РЫБОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Е.Ю. Варенцова, М.С. Королькова

*Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет», пос. Рыбное Московской обл., Россия*  
e-mail: varentsovaalena@yandex.ru

Осетровые рыбы издавна высоко ценились как источники ценного мяса и высокопитательной икры. Сегодня развитие товарного осетроводства — важнейшая задача рыбохозяйственной отрасли, наиболее эффективно решаемая в условиях тепловодных хозяйств. Возможность ускоренного выращивания маточных стад осетровых рыб позволит

в перспективе обеспечить и восстановить их природные запасы и естественные популяции, которые находятся в катастрофическом состоянии (Иванов, 1988; Жигин, 2011).

Одним из направлений аквакультуры имеющих широкие перспективы является выращивание рыбы в установках с замкнутым водообеспечением (УЗВ). Оно основны-

вается на выращивании рыбы при высокой плотности посадки путём создания благоприятных условий содержания, кормления полноценными кормами, механизации и автоматизации всех производственных процессов и получение товарной продукции в течение круглого года (Индустриальные методы ... , 2010).

Учитывая высокий спрос и стоимость осетровых, использование их в качестве объекта индустриальной аквакультуры даёт возможность эффективной работы и быстрой окупаемости промышленных установок (Киселев, 1997).

ООО «Мулинское рыбоводное хозяйство» расположено на юго-западной окраине деревни Мулино в Володарском районе Нижегородской области, работающее по технологии УЗВ.

К строительству завода приступили в 2008 г., в 2010 г. было приобретено и установлено оборудование и закуплен посадочный материал осетровых. Реализация товарной продукции началась с июля 2011 г.

Источником водоснабжения является скважина глубиной 8,5 м. Исследования основных гидрохимических показателей водной среды проводились в источнике водоснабжения, рыбоводных бассейнах и установке замкнутого водообеспечения. Полученные результаты соответствовали нормам для систем оборотного водоснабжения и незначительные отклонения не оказывали существенного влияния на объекты выращивания.

Принцип работы установки заключается в круговом движении воды между её элементами, каждый из которых обеспечивает поддержание параметров жизнеобеспечения в заданных пределах.

В состав хозяйства входит несколько участков и подразделений: цех подготовки воды, мальковый участок, основной цех, лаборатория и склад комбикормов. Мальковый участок оснащён лотками и бассейнами различного объёма, и инкубационными аппаратами «Осетр» и Вейса, здесь находится оксигенатор, и биофильтр площадью 158 м<sup>2</sup>. Основной цех состоит из трёх линий, каждая линия состоит из 20 бассейнов, объёмом 28 м<sup>3</sup>.

Механический фильтр служит для гру-

бой очистки воды от нерастворимых примесей крупной и средней фракции, служит защитным барьером для биофильтра. Биологический фильтр применяется для создания среды обитания микроорганизмов, которые активно поглощают и разлагают продукты жизнедеятельности рыб, растворенные в воде, в первую очередь нитриты. Промежуточный бак служит для подмешивания свежей воды, компенсирующей испарение.

Ремонтно-маточного стадо круглогорично содержат в бассейнах при температуре 18—22 °С.

Отобранных для нереста производителей создаются условия искусственной «зимовки», входе которой содержат 2,5—3 месяца при температуре воды 9 °С, что превышает нормативные показатели (3—4 °С). Перед посадкой производителей на искусственную «зимовку» проводят их бонитировку, определяют степень зрелости половых продуктов с помощью аппарата УЗИ. Производителей на 4-ой стадии зрелости половых продуктов пересаживают в круглых бассейнах объёмом 28 м<sup>3</sup>, при плотности посадки из расчёта 30 кг/м<sup>2</sup>.

Затем, для ввода производителей в преднерестовое состояние после зимовки, со 2 по 14 апреля осуществляли повышение температуры раз в три дня на 10 °С.

После окончания искусственной «зимовки» рыбу пересаживали в преднерестовые бассейны и начинали постепенно увеличивать температуру воды до 14 °С. Для стимулирования развития половых продуктов, проводили инъекции производителей гипофизом сазана. Было проинъекцировано 14 самок и 7 самцов. Предварительную инъекцию делали 13 апреля, разрешающую через 14 ч. Самцам проводили однократную инъекцию — 2,5 мг/кг, одновременно с разрешающей инъекцией для самок. Доза предварительной инъекции составила 2 мг/кг, разрешающей 5 мг/кг веса самки. Средняя масса самок в возрасте 6 лет составила 6,8 кг, при минимальном значении — 6,3 кг, максимальном — 7,1 кг.

После инъекций продолжали поднимать температуру воды до 15—16 °С.

Примерно через 20 ч после первой инъ-

екции начинают взятие половых продуктов от производителей.

Вначале берут сперму у самцов с помощью катетера, при этом необходимо учитывать, что самцы стерляди отдают всю порцию буквально за 1—2 с.

Икру у самок брали методом Подушко, т. е. «надрезания яйцеводов». Всю отобранную икру индивидуально от каждой самки помещали в сухие пластиковые тазики.

Из 14 проинъецированных самок икру отдали 13 особей (92,86 %). Икру оплодотворяли полусухим способом, от одной самки спермой от 3 самцов (10—15 мл).

Обесклеивание икры проводили с помощью раствора танина, из расчёта 0,5 г на 1 л воды. Затем двукратно промыли водой и помещали в инкубационный аппарат «Осётр» из расчёта до 2,5—3,0 кг на один лоток аппарата (300—360 тыс. шт.). Средняя рабочая плодовитость, которую определяли весовым методом, составила 95 731 икринок, относительная — 13 915 шт./кг.

Перед закладкой икры инкубационный аппарат обрабатывают слабым раствором хлорамина Б 1 : 1000.

Во время инкубации постоянно поддерживали проточность воды в аппаратах и вели постоянный контроль за качеством развивающихся эмбрионов, температурой воды,

растворённым в воде кислородом, диоксидом углерода, водородными показателями.

Инкубация икры стерляди длилась с 15 по 21 апреля включительно. Температурный режим воды в период инкубации находился в пределах 17,2—17,5 °С, что было близко к её оптимальным значениям. Содержание растворённого в воде кислорода весь период инкубации составляло 8—9 мг/л. Результаты инкубации икры представлены в табл. 1.

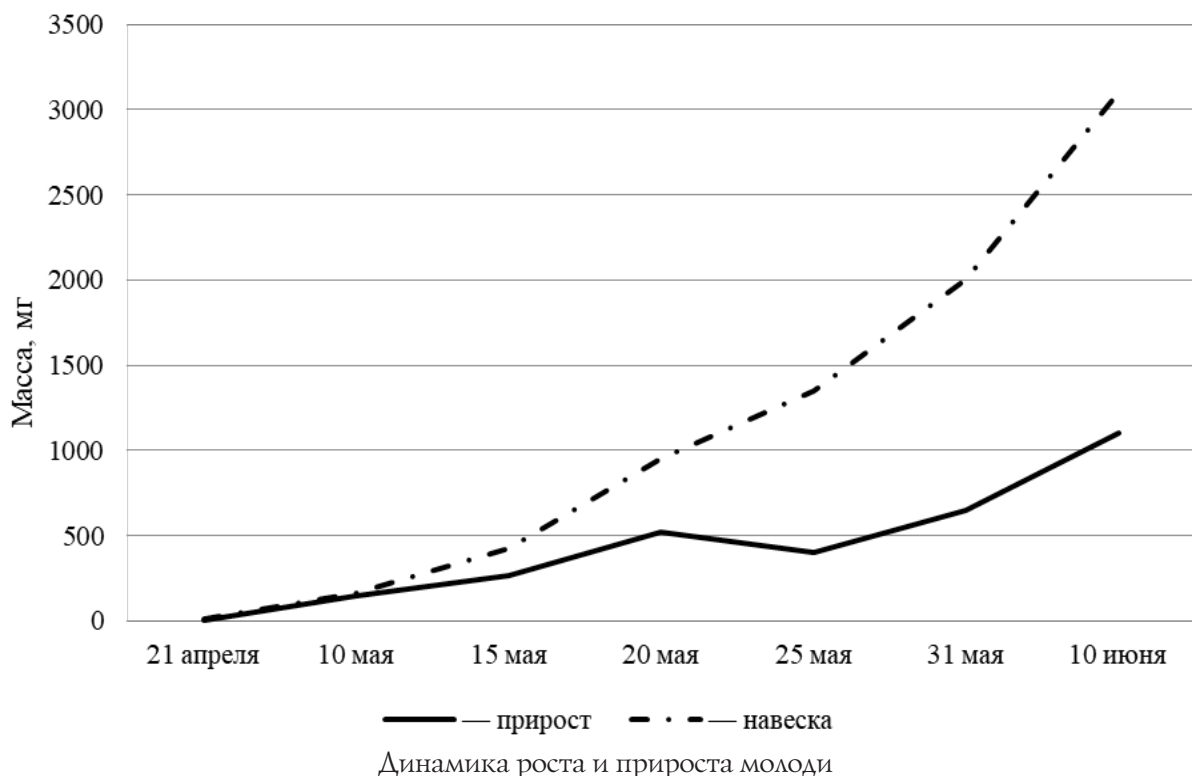
Таблица 1

Результаты инкубации икры

Кол-во производителей, шт.		Заложено на инкубацию, тыс. шт. икринок	Выход личинок	
♀	♂		тыс. шт.	%
13	7	1660	1270	76,5

Всего на инкубацию было заложено 1,66 млн икринок, получено 1,27 млн личинок стерляди, гибель эмбрионов за время инкубации составила 23,5%.

После выклева личинку распределяли по лоткам и бассейнам. Так как у молоди стерляди наблюдается относительно большой разброс по массе, для предотвращения травмирования, угнетения крупными особями более мелких, проводили сортировку рыбы по трём размерно-массовым группам: круп-



ные, средние и мелкие. Сортировку до достижения молодью массы 0,5 г, проводили раз в неделю, затем два раза в месяц.

В период подращивания среднее значение температуры воды составило,  $17,0 \pm 0,2$  °С, содержание растворённого в воде кислорода в пределах 7—9 мг/л.

Резкое увеличение роста происходило после 25 мая, когда ежедневный прирост составил более 100 мг/сут. (см. рисунок).

Во время подращивания молодь кормили первые четыре дня науплиями артемии, затем стали добавлять пропущенного через мясорубку мотыля. Всего живые корма использовали с 28 апреля до 9 мая, т.е. 12 дней, затем вместе с мотылём молодь прикармливали искусственным кормом фирмы Sorrens, с размером крупки 0,3—0,5 мм, а с 15 мая полностью перешли на кормление искусственным кормом. Кормление осуществляли 12 раз в сутки, с интервалом 2 ч.

Расчёт кормов проводили по специальным таблицам в зависимости от массы рыбы и температуры воды. В процессе подращивания было затрачено 224,2 кг живых кормов и 374,9 кг стартовых комбикормов.

На 50-е сутки молодь достигла массы 3,1 г. Результаты подращивания представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты подращивания молоди

Посажено, тыс. шт.	Выход личинок		Средняя навеска, г
	тыс. шт.	%	
1270	1041	82	3,1

Всего было получено 1 041 тыс. шт. подращенной молоди стерляди массой 3,1 г.

После подращивания молодь рассортировывали и рассаживали в бассейны с плотностью посадки 1,0 тыс. шт./м<sup>2</sup> на дальнейшее выращивание до массы 10 г.

Кормили сеголеток кормами фирмы

Sorrens 6—8 раз в сутки с 7 до 22 ч. Нормы кормления рассчитывали в зависимости от средней массы и температуры воды и они составляли, при оптимальных значения температуры воды 18—22 °С, для сеголеток 5—6 % от массы рыбы. Результаты выращивания сеголеток стерляди представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты выращивания сеголеток

Посажено, тыс. шт.	Выход сеголетков			Прирост ихтиомас- сы, кг	Всего использовано корма, кг	Кормовые затраты
	тыс. шт.	%	средняя навеска, г			
1041,4	885,2	85	10,5	6066,3	3381,2	1,8

Всего за период с 31 мая по 30 августа было выращено 885 200 шт. сеголетков массой 10,5 г, гибель молоди за время выращивания составил 15%, при кормовых затратах 1,8 ед.

На дальнейшее выращивание до товарной продукции, массой 400—500 г, было оставлено 617,3 тыс. шт. сеголеток. Для выполнения экологической программы по компенсационному зарыблению водоёмов АО «Транснефть-Верхняя Волга», направленной на сохранение окружающей среды, а также в соответствии с нормами природоохранного законодательства и международных стандартов в Чебоксарское водохранилище было выпущено 267,9 тыс. шт. сеголеток стерляди.

Таким образом, технология выращивания молоди стерлядь в УЗВ Мулинского рыбоводного хозяйства Нижегородской области позволяет выращивать за 137-дневный период (включая 7 дней инкубации икры) 10-граммовую молодь в объёме 885 200 шт., при закладке на инкубацию 1,66 млн шт. икринок.

Литература

**Жигин А.В.** Замкнутые системы в аквакультуре: монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.

**Иванов А.П.** Рыбоводство в естественных водоёмах. М.: Агропромиздат, 1988.

Индустриальные методы разведения и выращивания рыб: курс лекций./ Е.Ф. Титарев [и др.]. М.: Экон-Информ, 2010.

**Киселев А.Ю.** Установки с замкнутым циклом водоиспользования и технология выра-

щивания в них объектов аквакультуры // Рыбн. хоз-во. Сер. Аквакультура: Обзорная информация ВНИЭРХ. Вып.1. М., 1997.

УДК 639.32:597.556.35(262.5)

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРАКТИЧЕСКОМ РЫБОВОДСТВЕ

В.Е. Гирагосов, А.Н. Ханайченко, Л.О. Аганесова, Т.В. Рауэн, Д.Ю. Смирнов, Ю.С. Баяндина,  
Д.В. Моисеенко

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь,  
Россия

e-mail: vitaly.giragosov@gmail.com

Черноморский калкан — традиционный и ценный объект промысла. Таксономический статус и популяционная структура калкана ещё окончательно не определены. По мнению ряда специалистов, калкан и атлантический тюрбо (*Scophthalmus maximus*) очень близки по морфологическим и генетическим характеристикам, и рассматривается возможность объединения всех популяций тюрбо (от Балтийского и Северного морей до пролива Босфор) и популяций черноморского и азовского калканов в один род *Scophthalmus* и даже в один вид *Scophthalmus maximus* (Bailly, Chanet, 2010; Phylogeographic ..., 2004; Воронина, 2010). Пока это мнение не нашло полной поддержки у ихтиологов, но уже послужило поводом для изменения названия черноморского калкана на соответствующих страницах авторитетных сайтов Fishbase и WoRMS, где в качестве валидного предложено название *Scophthalmus maeoticus* (PALLAS, 1814) (прежнее название — *Psetta maeotica*).

Для разработчиков технологии культивирования черноморского калкана важен сам факт его близкого родства с тюрбо — это даёт возможность использовать богатый опыт исследовательской и производственной работы в области культивирования тюрбо в европейских странах и Китае. Однако абсолютное копирование технологии культивирования тюрбо не может быть успешным в связи с наличием определённых физиологических и экологических различий между калканом и тюрбо. К тому же далеко не все технологические приёмы отражены в открытой научной печати, поскольку являются коммерческой тайной.

Состояние промыслового запаса калкана в Чёрном море оценивается как депрессивное (СТЕСФ, 2017), а объём вылова уже давно не удовлетворяет потребности рынка. Альтернативой традиционному промыслу являются: во-первых, выращивание товарной рыбы и, во-вторых, воспроизводство запаса за счёт молоди рыб, выращенной в искусственных условиях и выпущенной в естественную среду обитания.

Ряд экспериментальных выпусков искусственно выращенной молоди тюрбо в Испании, Дании, Бельгии, Норвегии был профинансирован научно-исследовательскими программами. В Дании молодь, выпущенная в прибрежную зону пролива Каттегат, характеризовалась высокими показателями выживаемости (Sparrevohn, Støttrup, 2007). Напротив, выживаемость мальков тюрбо, выпущенных в прибрежные воды Испании, была очень низкой (Comparison of mortality ... , 2003). Для оценки выживаемости выпущенной молоди тюрбо применяют метод мечения, а также предварительно изучают вариабельность микросателлитной ДНК в естественных и искусственно выращенных популяциях (Danpancher, Garcia-Vazquez, 2011). В целом же, многолетний опыт европейских исследователей по воспроизводству популяций тюрбо был признан положительным и рекомендован как один из эффективных способов реализации программы обеспечения устойчивого рыболовства (Støttrup, Sparrevohn, 2007).

В настоящее время отсутствуют сведения о негативном влиянии какого-либо из 5-и основных культивируемых в мире видов камбалообразных на их природные популя-

ции (Danancher, Garcia-Vazquez, 2011; Støttrup, Sparrevohn, 2007). Однако имеющийся негативный опыт влияния искусственно выращенных особей разных видов лососёвых, осетровых и др. на их природные популяции диктует необходимость взвешенного и научно обоснованного применения метода повышения рыбопродуктивности черноморских акваторий за счёт выпуска в море выращенной молоди калкана.

Работы по пополнению популяций черноморского калкана выращенной молодью проводятся в ограниченном масштабе, преимущественно на экспериментальном уровне. Выпуск мальков в море осуществляли в Крыму, Краснодарском крае и Одесской области (Rearing of viable juveniles ... , 1990; Основные результаты ... , 2012; Маслова, 2013), а также в Турции (Zengin, Gümüs, 2007; An investigation on recruitment ... , 2013).

Серьёзной проблемой в практике воспроизводства природных популяций рыб является низкая выживаемость выпущенной молоди. Согласно результатам исследования поведения и роста молоди тюрбо и калкана, выпущенной в море, она испытывают продолжительный стресс (от нескольких недель до трёх месяцев), сопровождающийся низкой, иногда даже отрицательной, скоростью роста и медленным формированием естественных поведенческих реакций (Ellis, Hughes, Howell, 2002; Sparrevohn, Støttrup, 2007; Støttrup, Sparrevohn, 2007; Zengin, Gümüs, 2007; An investigation on recruitment ... , 2013). Нами разработана методика подготовки молоди калкана к выпуску в море, включающая усиленное сбалансированное питание для наращивания мышечной ткани и повышения иммунитета и формирование поведенческих реакций в соответствующих физических (грунт, температура воды) и трофических (спектр естественных кормовых организмов) условиях предполагаемых мест выпуска (Методы подготовки молоди ... , 2007).

Заслуживает внимания работа турецких исследователей по оценке выживаемости и промыслового возврата выпущенных особей, помеченных пластиковыми метками, а также мерам по материальному и моральномуощрению рыбаков, сдавших найденные мет-

ки в научную организацию. Выживаемость молоди калкана прямо зависела от её размера и возраста на момент выпуска в море. Исследования показали, что метод пополнения локальной популяции калкана выращенной молодью может быть эффективным для юго-восточной части черноморской акватории Турции и должен быть интегрирован в программы управления ресурсами и обеспечения устойчивого рыболовства и охраны окружающей среды (Zengin, Gümüs, 2007; An investigation on recruitment ... , 2013).

Зарыбление акваторий молодью калкана может быть перспективным направлением и для черноморской акватории России, однако оно должно сопровождаться адаптационной подготовкой молоди и оценкой её выживаемости и промыслового возврата.

Товарное производство калкана требует больших первоначальных финансовых вложений, подготовки квалифицированных кадров, научного сопровождения и строгого санитарного контроля, но оно даст возможность стабильно получать продукцию с заданными свойствами и в необходимом объёме с учётом конъюнктуры рынка. Наиболее прогрессивным (и в экономическом, и в природоохранном смысле) способом производства товарного калкана является полноцикловое хозяйство с возможностью содержания маточного стада, ведения селекционной работы и с минимальным риском негативного влияния искусственной заводской популяции на естественные популяции. Кроме того, возможность получения большого количества однородного эмбрионального материала при искусственном оплодотворении икры калкана позволит (при наличии соответствующих условий) использовать клеточные линии для различных генетических, биохимических, морфологических и фармацевтических исследований.

Получение продукции черноморского калкана, как методом пополнения природных популяций выращенной молодью, так и методом товарного заводского производства, возможно лишь при наличии надёжно функционирующего питомника молоди. На основе многолетнего опыта работы по разработке биотехнологии культивирования калкана и



анализа доступной отечественной и зарубежной научной информации по культивированию различных видов камбалообразных специалисты научной группы «Культивирование рыб» ИМБИ (в прошлом ИнБЮМ) разработали технические и биологические требования к функционированию питомника по выращиванию молоди калкана. Результаты исследований изложены более чем в 100 статьях и нескольких патентах, в том числе в патенте «Способ интенсивного выращивания мальков камбалы калкан» (2015).

Калкан очень чувствителен к качеству воды, особенно на ранних стадиях онтогенеза, поэтому выбор места расположения питомника должен быть обоснован по результатам предварительного гидрохимического и гидрологического анализа, а также по способу водоснабжения хозяйства — через скважину или непосредственный забор воды из моря.

Возможно также использование замкнутой системы водоподачи, как это практикуют, например, в Китае (Lei, Liu, 2010; Li, Liu, Blancheton, 2013).

При отсутствии возможности содержания маточного стада калкана, источником посадочного материала служат производители, отловленные в период нереста в природной среде. Нерест калкана в акватории Крыма происходит в период с середины апреля до начала июня. Необходимо минимизировать стресс, испытываемый производителями при выборке сетей и транспортировке на берег, используя технические средства барботажа и подачи забортной воды в транспортировочные ёмкости. Как правило, мы производим искусственное оплодотворение икры непосредственно на борту судна. Одновременно производим отбор проб спермы и икры для исследования их качественных и количественных характеристик.

Производителей, доставленных в лабораторное помещение, содержим в пластиковых бассейнах объёмом 3,6 м<sup>3</sup> с площадью дна 3,5 м<sup>2</sup> и при плотности посадки 2 экз. м<sup>-2</sup>. Возможность получения нескольких порций половых продуктов от каждого производителя, а также их качество, во многом зависит от температурного режима. Согласно нашим наблюдениям, при температуре воды выше

12 °С количество и качество созревшей икры снижается, а через 3—5 сут. созревание гамет может прекратиться полностью.

Следует учитывать, что у самок с яичниками IV стадии зрелости, т. е. ещё не начавших нерест, встречающихся в уловах в апреле-начале мая, как правило, не происходит созревание икры в искусственных условиях. В период массового нереста, обычно с 10 по 25 мая, практически все самки в уловах имеют в полости яичника зрелые ооциты. Количество сжеженных икринок (рабочая плодовитость) составляет 21—1314 тыс. шт., в среднем 288 тыс. шт. или в пересчёте на массу тела — 11—276, в среднем 97 тыс. шт. кг<sup>-1</sup>. У самок, отлавливаемых с помощью камбальных сетей, которые находятся в рабочем положении продолжительное время, часто происходит перезревание икры. Целесообразно до проведения процедуры искусственного оплодотворения тестировать качество икры простым экспресс-методом — по плавучести. Перезревшая икра имеет отрицательную плавучесть.

Относительное количество самцов, у которых методом сжеживания можно получить достаточный для оплодотворения икры объём спермы (0,5—3,5 мл), сравнительно стабильно в течение всего нерестового сезона и составляет в среднем 60,8 % от общего количества половозрелых самцов.

Гормональная стимуляция созревания половых продуктов даёт возможность увеличить репродуктивный период производителей калкана (Туркулова, Новоселова, 2012).

С целью оценки качества половых продуктов калкана мы провели серию исследований, результаты которых позволяют оперативно сортировать производителей по степени перспективности их использования в рыбноводном хозяйстве. В частности, модифицированы методики оценки концентрации, скорости и длительности движения сперматозоидов калкана с применением современных компьютерных технологий (Баяндина, 2013). В сотрудничестве с зав. лабораторией, канд. биол. наук В.С. Мухановым (ИМБИ) получены предварительные результаты по разработке перспективного метода оценки энергетических характеристик спермы калкана

методом проточной цитометрии с применением флуоресцентного маркера мембранного потенциала митохондрий.

Результаты исследования закономерностей морфологической изменчивости калкана в период раннего онтогенеза под воздействием разных факторов среды (физических, химических, алиментарных и др.) имеют большое значение для прогноза состояния природных популяций и разработки экологически адекватных методик выращивания молоди калкана в искусственных условиях. В раннем онтогенезе калкана, до начала экзогенного питания, морфологическая изменчивость возникает в первую очередь под действием факторов внешней среды, из которых температура является наиболее существенным морфогеном, в значительной степени определяющим морфофизиологическую разноразличительную и ход эпигенеза.

При температуре 11 °С икринки проходят полное развитие, но с высокой долей аномальных особей: с искривлением хорды, водянкой желточной и окологердечной полостей. Повышение температуры до 13 °С приводит к снижению аномалий, но оптимум эмбрионального развития калкана приходится на температуры 15—17 °С. Снижение темпа эпигенеза по отношению к скорости развития собственно эмбриона калкана может происходить при температуре, превышающей пороговую — выше 20 °С. Резкие скачки температуры (как повышение, так и понижение, даже в пределах оптимума) в период развития предличинок приводят к морфологическим аномалиям (Ханайченко, Гиригосов, 2016).

Выживаемость личинок калкана (SL 3,0—3,3 мм) от начала питания до начала метаморфоза (SL от 6,0 мм) обусловлена, помимо физических, химических и санитарных условий, доступностью кормового зоопланктона и адекватностью его биохимического состава потребностям личинок. Известно, что экспрессия генов, управляющих процессами морфогенеза, находится под контролем эссенциальных компонентов, большая часть которых не синтезируется организмом личинок. Для нормальной экспрессии генов эссенциальные компоненты (морфогены) должны

входить в состав пищи личинок в определенных пропорциях. Наиболее адекватной по биохимическому составу, в том числе по содержанию высоконасыщенных жирных кислот и каротиноидов, пищей для личинок морских рыб являются копеподы. Согласно результатам наших экспериментов, присутствие копепод в рационе личинок калкана способствует формированию у них правильной пигментации и скелета.

С целью улучшения показателей роста и развития личинок калкана мы проводим исследования с моновидовыми культурами копепод: *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, *Acartia tonsa*, *Oithona davisae*; коловраток *Brachionus plicatilis*, артемиями *Artemia spp.*, а также с микроводорослями, являющимися кормом для коловраток, копепод и артемий: *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Chlorella sp.*, *Rhodomonas salina*, *Prorocentrum minimum*, *Prorocentrum micans* и криптофитовых IBSSCr54.

Если отечественные технологии культивирования живых кормов для личинок калкана вполне соответствуют мировым стандартам, то производство специализированных сухих гранулированных кормов для личинок в завершающей стадии метаморфоза, и для сформировавшейся молоди и особей, выращиваемых как товарная продукция, совершенно не развито. Для развития этой отрасли целесообразно стимулировать усилия научно-исследовательских учреждений, а также использовать ресурсы рыбоперерабатывающих предприятий.

Одна из самых актуальных проблем в технологии выращивания морских рыб — непредсказуемая массовая смертность личинок на ранних стадиях развития, обусловленная вспышками бактериальных инфекций. Особенно чувствительны к инфекциям личинки камбалообразных, так как на ранних стадиях развития их иммунная и пищеварительная система развиты слабо. Выживаемость, рост и развитие искусственно выращиваемых личинок камбалообразных в значительной степени зависят от микробиологических условий в течение эмбрионального развития и на стадии кормления личинок живыми кормами. Известные способы обработки воды

озоном, бактерицидными препаратами, в том числе антибиотиками, а также с помощью биофильтров, не всегда действенны или имеют нежелательные побочные эффекты. Основными векторами передачи патогенных бактерий личинкам рыб при искусственном выращивании являются поверхность икры, среда выращивания и кормовые организмы (коловратки, артемии). В отсутствие правильной дезинфекции икры, через неё могут передаваться бактериальные инфекции от производителей к личинкам.

Разработанный нами способ применения микроводоросли *Chlorella vulgaris* в сочетании с другими методами дезинфекции позволяет создать оптимальные условия для инкубации икры и подращивания личинок калкана за счёт внесения в среды выращивания вместе с культурой хлореллы её метаболитов, обладающих антибактериальным действием, а также заселения сред выращивания ассоциированными с хлореллой бактериями, благоприятными для жизнедеятельности личинок (эубиотиками), сдерживающими рост оппортунистической микрофлоры. Применение микроводоросли *Ch. vulgaris* по разработанной нами схеме позволяет сформировать оптимальные микробиологические условия в системе искусственного выращивания рыб и их кормовых организмов. Данный способ обеспечивает снижение численности бактерий-оппортунистов, способствуя формирова-

нию сбалансированного бактериального сообщества в средах выращивания организмов, снижению интенсивности бактериальной колонизации их поверхности без применения антибиотиков и, как следствие, повышению качества и выживаемости личинок на ранних стадиях развития (Способ снижения численности ... , 2015).

Высокие технологические и рыночные качества черноморского калкана (высокая плодовитость, возможность круглогодичного получения молоди при специальных условиях содержания производителей, низкий пищевой коэффициент, высокая пищевая ценность и высокая рыночная цена) определяют его большой потенциал для искусственного выращивания. Доработка пилотной технологии выращивания мальков калкана до промышленной технологии и организация искусственного промышленного воспроизводства могут обеспечить получение дополнительной рыбной продукции за счёт зарыбления естественных акваторий и/или товарного производства.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Исследование механизмов управления производственными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», № АААА-А18-118021350003-6.

### Литература

- Баяндина Ю.С.** Характеристики подвижности спермы черноморской камбалы калкана из естественных популяций // Морской экологический журнал. 2013. Т. 12, № 2. С. 11—18.
- Воронина Е.П.** К морфологии и систематике представителей семейства Scophthalmidae // Вопр. ихтиол. 2010. Т. 50, № 6. С. 725—733.
- Маслова О.Н.** Разведение и товарное выращивание черноморской камбалы-калкана *Scophthalmus maoticus*: проблемы и методы // Труды ВНИРО. 2013. Т. 150. С. 35—49.
- Методы подготовки молоди камбалы калкан к выпуску в прибрежные акватории Чёрного моря / Т.В. Шишкина [и др.] // Рибе господарство України. 2007. 1/2 (48/49). С. 2—7.
- Основные результаты многолетней деятельности и перспективы исследований ЮгНИРО в области развития морской аквакультуры в Украине / В.Н. Туркулова [и др.] // Тр. ЮгНИРО. 2012. Т. 50. С. 46—80.
- Способ интенсивного выращивания мальков камбалы калкан / А.Н. Ханайченко [и др.]. Патент на изобретение: RU 2548106, 10.04.2015. Бюл. №10(Пч).
- Способ снижения численности бактерий-оппортунистов в средах выращивания личинок морских рыб и их кормов / Т.В. Рауэн [и др.]. Патент на изобретение 2614604, РФ. МПК А01К 61/00; заявитель и патентообладатель ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН». №2015151334, заявл. 30.11.2015; опубл. 28.03.2017. Бюл. №10.

**Туркулова В.Н., Новоселова Н.В.** Эколого-физиологические особенности стимуляции созревания производителей черноморского калкана (*Psetta maotica maotica* PALLAS) в условиях искусственного воспроизводства // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VII Междунар. конф. Керчь, 20—23 июня 2012 г. Керчь: ЮгНИРО, 2012. Т. 2. С. 22—29.

**Ханайченко А.Н., Гирагосов В.Е.** Морфогенез черноморского калкана *Scophthalmus maoticus*: полевые и экспериментальные данные // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19—24 сентября 2016 г.). Т. 1. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. С. 327—330.

An investigation on recruitment of hatchery-reared Black Sea turbot juveniles to natural stocks and its bioecological characteristics / M. Zengin [et al.]. Project Number: TAGEM/HAYSU D/2000/17/03/010, Final Report. Central Fisheries Research Institute, Trabzon, Turkey. Trabzon, 2007.

**Bailly N., Chanet B.** *Scophthalmus* RAFINESQUE, 1810: the valid generic name for the turbot, *S. maximus* (LINNAEUS, 1758) [Pleuronectiformes: Scophthalmidae] // Cybium. 2010. Vol. 34, № 3. P. 257—261.

Comparison of mortality of wild and released reared 0-group turbot, *Scophthalmus maximus*, on an exposed beach (Ría de Vigo, NW Spain) and a study of the population dynamics and ecology of the natural population / J. Iglesias [et al.] // Fisheries Management and Ecology. 2003. Vol. 10(1). P. 51—59.

**Danancher D., Garcia-Vazquez E.** Genetic population structure in flatfishes and potential impact of aquaculture and stock enhancement on wild populations in Europe // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2011. Vol. 21, № 3. P. 441—462.

**Ellis T., Hughes R.N., Howell B.R.** Artificial dietary regime may impair subsequent foraging behaviour of hatchery-reared turbot released into the natural environment // Journal of Fish Biology. 2002. Vol. 61 (1). P. 252—264.

**Lei J.L., Liu X.F.** Culture of turbot: Chinese perspective // Practical Flatfish Culture and Stock Enhancement. 2010. P. 185—202.

**Li X., Liu Y., Blancheton J.P.** Effect of stocking density on performances of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) in recirculating aquaculture systems // Chinese journal of oceanology and limnology. 2013. Vol. 31 (3). P. 514—522.

Phylogeographic Relationships with the Mediterranean Turbot Inferred by Mitochondrial DNA Haplotype Variation / N. Suzuki [et al.] // Journal of Fish Biology. 2004. Vol. 65. P. 1—6.

Rearing of viable juveniles of the Black Sea turbot / Y.E. Bityukova [et al.] // Hydrores. 1990. Vol. 7, № 8. P. 78—81.

Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) — Stock assessments in the Black Sea (STECF-17-14). Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2017.

**Sparrevojn C.R., Støttrup J.G.** Post-release survival and feeding in reared turbot // Journal of Sea Research. 2007. Vol. 57(2). P. 151—161.

**Støttrup J.G., Sparrevojn C.R.** Can stock enhancement enhance stock? // Journal of Sea Research. 2007. Vol. 57 (2—3 spec. Iss.). P. 104—113.

**Zengin M., Gümüs A.** An investigation on the recruitment of hatchery-reared turbot (*Psetta maxima* PALLAS, 1811) juveniles to natural population in the eastern Black Sea / Rapp. Comm. int. Mer Médit. 2013. № 40.

УДК 597.12:639.3

**ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ РЫБ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ**П.П. Головин<sup>1</sup>, Н.А. Головина<sup>2</sup><sup>1</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства, пос. Рыбное Московской обл., Россия*<sup>2</sup>*Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», пос. Рыбное Московской обл., Россия*

e-mail: kafvba@mail.ru

По состоянию на 1 января 2016 г. в Российской Федерации зарегистрировано более 215 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предприятий, осуществляющих свою деятельность в сельском хозяйстве (Серветник, 2016). Наряду с выращиванием рыбы, фермеры занимаются выращиванием зернобобовых культур, подсолнечника, сахарной свёклы, бахчевых и кормовых культур, а также производством мёда, яиц, молока, мяса различных видов животных и птиц, разведением лошадей и др. Доля продукции фермерских хозяйств, в общем объёме производства сельскохозяйственной продукции нашей страны составляет 10,2 %, из которого около 20 % приходится на производство товарной рыбы (Серветник, 2016).

Государственной программой «Развитие рыбохозяйственного комплекса» и «Отраслевой программой», «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) на 2015—2020 гг. в Российской Федерации» предусмотрен объём производства рыбной продукции в 2020 г. — 315 тыс. т, из них 65 тыс. т должно обеспечить фермерское рыбоводство. Экстенсивные методы выращивания позволяют фермерам получать рыбной продукции 70—80 кг/га, введение интенсификационных мероприятий позволяет увеличить её до 130—135 кг/га (Новоженин, 2010).

Болезни рыб наносят существенный ущерб рыбоводным фермам, вызывая не только гибель рыбы, но и снижение её прироста, порчу товарного вида, что приводит к существенным потерям. Интенсификация рыбоводства, многолетняя эксплуатация водного объекта, постоянные перевозки рыбы вызывают увеличение степени риска возникновения заболеваний.

В задачу данной работы входило обобщение накопленного опыта борьбы с болез-

нями рыб в условиях фермерских хозяйств, определение принципов организации лечебно-профилактических мероприятий с наиболее часто встречающимися заболеваниями, что позволит выявить векторы риска в организации лечебно-профилактических мероприятий, а фермерам более эффективно организовать работу по товарному выращиванию рыбной продукции.

В рыбоводных фермерских хозяйствах возникновение заболеваний, а, впоследствии, и формирование очагов болезней зависит от ряда факторов:

1. От гидрологических особенностей используемых водоёмов для выращивания рыбы: проточные или не проточные, спускные или не спускные;

2. От гидрохимических показателей воды, определяющих возможный видовой состав выращиваемых объектов рыбоводства;

3. Выбора технологии выращивания и использования интенсификационных мероприятий (поликультура, кормление, удобрение и др.);

4. Возможности реализации лечебно-профилактических мероприятий.

В настоящее время фермерские хозяйства используют две наиболее распространённые технологии выращивания рыбы — в прудах и в садках. Объектами разведения являются: карп, караси, толстолобики, белый амур, лососёвые (в основном форель), осетровые и такие добавочные виды как щука, линь, веслонос и др. (Привезенцев, 2000).

К наиболее распространённым заболеваниям, регистрируемым в фермерских хозяйствах, относятся: оспа карпа, бактериальная геморрагическая септицемия, псевдомоноз, аэромоназ, сапролегниоз, бронхиомикоз, эктопаразитические протозоозы (часто в ассоциации хилодонеллы, триходины, кости

и ихтиофтириуса), кишечные гельминтозы (кавиоз, кариофиллѐз, ботриоцефалѐз), лигулидозы, диплостомозы, филонетриоз, писциколѐз, лернеоз, эргазилѐз, аргулѐз. Нередко встречаются такие незаразные болезни как, асфиксия, незаразный некроз жабр (бранхионекроз) и другие (Основные заболевания рыб ... , 2015).

Оспа карпа встречается как в садковых, так и прудовых хозяйствах. Это вирусное заболевание может быть занесено с посадочным материалом, а затем вирус циркулирует внутри хозяйства. В садковых хозяйствах источником заражения могут быть и туводные виды рыб, встречающиеся в водоисточнике.

Бактериальная геморрагическая септицемия отмечается у многих видов выращиваемой рыбы как в прудах, так и при садковом выращивании. Риск возникновения болезни возрастает на фоне стресса, вызванного перевозками, пересадками, низкой упитанностью рыбы.

Псевдомоноз проявляется в зимнее время у карпа и толстолобиков при выращивании рыбы как в прудах, так и садках. Заболевают вначале отстающие в росте, с низким коэффициентом упитанности особи, а затем болезнь распространяется и на другую рыбу. Источником заразного начала является инфицированная рыба. Лечение антибиотиками при низкой температуре не эффективно.

Аэромоноз — карантинное заболевание в основном карпа, но встречается у карася и толстолобиков. Его возникновение связано, как правило, с завозом посадочного материала из неблагополучного хозяйства, в котором возбудитель персистирует в рыбе бессимптомно или со стёртыми клиническими проявлениями.

Сапролегниоз — наблюдают как в прудах, так и в садках в зимнее и ранневесеннее время. Заболеванию подвержены все виды рыб, которые были травмированы при пересадке (в основном спинные и хвостовые плавники) или отдельные участки тела были подвержены обмораживанию.

Бранхиомикоз — карантинное заболевание, зарегистрированное у карпа, толстолобиков, линя, щуки и форели. Оно возникает в основном в прудах, но встречается и в садко-

вых хозяйствах, где в воде отмечают высокое содержание органических веществ. Использование технологии совместного выращивания рыбы и водоплавающей птицы (утки, гуси) на небольших по площади водоёмах фермерских хозяйств, приводит к быстрому накоплению органики и вспышке бранхиомикоза. Для снижения риска возникновения заболевания необходимо строго соблюдать все элементы этой комбинированной технологии, не переуплотнять плотности посадки рыбы и бесконтрольно увеличивать поголовье водоплавающих птиц (Пономарев, Лагуткина, 2008; Ветеринарно-санитарное благополучие ... , 2016).

Эктопаразитические протозоозы встречаются часто в ассоциации — хилодонеллы, триходины, кости и ихтиофтириуса. Их прямые жизненные циклы связаны с рыбой и окружающей средой. Наиболее опасны эти паразиты для рыб первого года жизни. Большое количество простейших вызывают различные патологии в основном в виде увеличения слизи на теле и жабрах. Отмечается гибель форели от ихтиофтириоза.

Из кишечных гельминтозов кавиоз кариофиллѐз, встречаются чаще при выращивании карпа в прудах богатых бентосом (карпово-утиные хозяйства). Рекомендуется заменять карпа на более устойчивых — карася или карпокарася, подсаживать осетровых. При ботриоцефалѐзе заболевании в основном карпа при выращивании в прудах и садках, рекомендуется подсаживать толстолобиков, питающихся зоопланктоном и уничтожающих промежуточных хозяев цестод.

Лигулидозы. Возбудителями заболеваний являются плероцеркоиды ремнецов из родов *Ligula* и *Digramma*, относящиеся к семейству *Ligulidae*. В рыбоводных хозяйствах диграмоз и лигулѐз отмечают в основном у карася и пѐстрых толстолобиков реже у карпа. Гельминты паразитируют в полости тела многих видов пресноводных рыб, главным образом из семейства карповых (лещ, густера, белоглазка и др.).

Профилактика лигулидозов сводится к отлову больной рыбы, отпугиванию рыбоядных птиц с территории рыбоводного хозяйства и замене восприимчивых зоопланк-

тонофагов (пёстрых толстолобиков) менее восприимчивыми видами рыб (каarp, белый амур).

Диплостомозы — возникают в небольших хорошо прогреваемых, неспускных водоёмах у многих видов рыб. Метазеркарии нескольких видов диплостомид локализуются в глазах, в основном в хрусталике, вызывая его помутнение и слепоту рыб. Восприимчивы к ним лососёвые, сиговые, осетровые, а из карповых — белый амур и толстолобики. Наибольшую опасность заболевания представляют для личинок, мальков и сеголетков прудовых рыб. Рекомендуется в качестве добавочной рыбы в водоёмы подсаживать моллюскофагов: карася, вырезуба, чёрного амура.

Филометроидоз часто встречаемое карантинное заболевание карпа, сазана и их гибридов разных возрастов при выращивании в прудах. Жизненный цикл возбудителя сложный, с участием промежуточных хозяев-циклопов. Заражённая рыба теряет товарный вид, красные нематоды в начале лета и осенью видны под чешуёй. Чешуйные кармашки припухают, образуя бугорки. С возрастом рыб заражение, как правило, возрастает. Распространению болезни способствуют бесконтрольные перевозки рыбы и разновозрастные посадки в пруды. Характеризуется образованием природного очага инвазии.

Писциколёз отмечают у молоди карпа и толстолобиков в мелководных, заросших высшей водной растительностью прудах, а так же в садках, установленных в мелководной зоне, у более крупной рыбы. Источником инвазии служат туводные рыбы, особенно щука.

Профилактика писциколёза предусматривает обязательное выполнение общих санитарно-профилактических и рыбоводно-мелиоративных мероприятий. Особенно важно своевременно уничтожать водную растительность, к которой пиявки прикрепляют коконы в которых развиваются молодые особи гельминтов.

Лернеоз. Возбудители заболевания рачки из рода *Lernaea* распространены в водоёмах достаточно широко. Заболевание наблюдается главным образом в южных районах страны. Наиболее подвержены заражению карась, белый амур и буффало, реже карп и

толстолобики. Лернеи развиваются без участия промежуточного хозяина. В рыбоводные пруды личиночные стадии рачков попадают с водой или с сорной рыбой. Вывоз рыбы из неблагополучных по лернеозу водоёмов с целью разведения запрещается. Для профилактики лернеоза осуществляется весь комплекс общих ветеринарно-санитарных мероприятий. Из медикаментозных средств используют растворы хлорофоса и проводят курс кормления с крустацидом.

Возбудителями эргазилёза являются рачки рода *Ergasilus*, паразитирующие на жабрах пресноводных рыб в естественных водоёмах. Заболевание наблюдается в летнее время. В рыбоводные пруды личиночные стадии эргазиллюсов попадают с водой или с сорной рыбой. Особенно восприимчива форель и сиговые при выращивании в садках.

Аргулёз — распространённая болезнь различных видов рыб, выращиваемых как в прудах, так и садках, особенно в южных регионах страны. Вызывается паразитированием на теле рачков рода *Argulus*. Прикрепляясь к телу рыбы, они хоботком прокалывают кожу и сосут кровь. На месте прокола образуются ранки и мелкие язвочки, через которые в организм рыбы может проникать инфекция. Заболевание регистрируют у разных видов рыб. Для профилактики аргулёза нельзя допускать совместное содержание старших возрастных групп рыб и молоди. Существенное значение имеет проведение дезинвазии рыбоводных сооружений их чистка и просушка для уничтожения кладок яиц. Ограничить численность аргулюсов можно путём установки щитов, на которые рачки откладывают яйца. Через 2 недели после установки щитов их вынимают из воды, очищают от кладок яиц аргулюсов и просушивают в течение 1 сут. Затем их устанавливают снова.

Асфиксия — удушье рыб, или замор, возникает в результате недостатка или отсутствия кислорода в воде. Минимально допустимое содержание кислорода для судака, форели и других лососёвых 5—7 мг/л, осетровых — 5 мг/л, карпа и растительноядных — 3 мг/л. Низкое его содержание в воде может быть вызвано разными причинами. Летом, при повышении температуры воды, содержание кислорода в

ней снижается. Дефицит кислорода в зимнее время, связан с отсутствием в течение длительного времени газообмена между воздухом и водой из-за ледяного покрова. При нехватке кислорода рыба скапливается у притока, плавают в поверхностном слое воды, заглатывают воздух ртом. Жабры больных рыб бледные, отёчные наблюдается их гибель. Для борьбы с заморами проводят аэрацию воды, используя механические устройства различного типа.

Незаразный некроз жабр (бранхионекроз или аммиачный токсикоз) — заболевание карпа, причиной которого является ухудшение качества воды: повышение рН воды до 9—10, содержания свободного аммиака до 0,4—0,7 мг/л и более, аммонийного азота до 3 мг/л и более, нитритов до 0,3 мг/л, перманганатной окисляемости более 20 мг O<sub>2</sub>/л и бихроматной окисляемости до 60—80 мг O<sub>2</sub>/л. При высоких значениях рН и содержания аммонийных веществ в воде происходит блокировка выведения аммиака через жабры в воду, что приводит к их отёчности, повреждению жаберных лепестков и даже их некрозу.

Профилактируют заболевание контролем за качеством воды, установкой аэраторов и своевременным внесением извести.

Фермеры должны поддерживать тесный контакт с районными государственными ветеринарными инспекторами, выдающими разрешение (ветеринарную справку или ветеринарное свидетельство) на ввоз и вывоз рыбобосадочного материала и товарной рыбы при её реализации, согласовывать с ними ежегодные планы проведения профилактических мероприятий, вызывать их в случаях заболевания и гибели рыб.

Разрабатывая планы ветеринарно-санитарных мероприятий, необходимо учитывать особенности выращивания рыбы в условиях небольших по площади водоёмов и вести поиск оптимального варианта, приемлемого для реализации в фермерских хозяйствах. На основании анализа и обобщения материалов по ветеринарно-санитарной и экологической безопасности выращивания рыб в фермерских хозяйствах подготовлены рекомендации (Основные заболевания рыб ... , 2015).

### Литература

Ветеринарно-санитарное благополучие рыбоводства в фермерских хозяйствах / А.М. Наумова [и др.] // Интегрированные технологии аквакультуры в фермерских хозяйствах: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 9 декабря 2016 г.). М.: Изд-во «Перо», 2016. С. 88—95.

**Новоженин Н.П.** Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития // Сборник науч. трудов / ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. М.: Из-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. 2010. С. 9—16.

Основные заболевания рыб и меры борьбы с ними в условиях фермерских хозяйств: рекомендации для фермеров / П.П. Головин [и др.]. М., 2015.

**Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю.** Фермерское рыбоводство. М.: Колос, 2008.

**Привезенцев Ю.А.** Выращивание рыб в малых водоёмах. Руководство для рыбоводов-любителей. М.: Колос, 2000.

**Серветник Г.Е.** Малые формы хозяйствования в рыбоводстве — залог эффективного использования водных и земельных ресурсов для производства продуктов питания // Интегрированные технологии аквакультуры в фермерских хозяйствах: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 9 декабря 2016 г.). М.: Изд-во «Перо», 2016. С. 9—12.



УДК 592/599:639.3

**СРАВНЕНИЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ПЛАВАТЕЛЬНОГО ПУЗЫРЯ У ЛИЧИНОК ЖИЛОЙ И ПОЛУПРОХОДНОЙ ФОРМ СУДАКА В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ**

М.А. Ёжкин, И.В. Бурлаченко, А.Б. Ефимов, К.В. Суховер

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Москва, Россия*

E-mail: yozhkin\_m@vniro.ru

Европейский судак *Sander lucioperca* (LINNAEUS, 1758) — на территории Российской Федерации распространён от водоёмов Белого, Балтийского морей до бассейнов Азовского, Чёрного и Каспийского морей. Традиционно судак является ценным объектом промысла.

Однако, в последнее время под влиянием комплекса негативных факторов, запасы судака сокращаются. В частности в период с 2002 по 2011 гг. по данным украинских авторов (Гетманенко, Губанов, Изергин, 2012) в Азовском море популяция судака сократилась более чем в 40 раз — с 23,4 до 0,6 тыс. т.

Сокращение запасов с одной стороны, и высокая востребованность судака с другой, обуславливают интерес к этому виду как объекту аквакультуры. Известно, что европейский судак населяет как пресные, так и солоноватые воды. Образует две экологических формы — жилую (пресноводную) и полупроходную. Жилая форма судака постоянно живёт и размножается в пресных водах (реках, озёрах, водохранилищах). Полупроходная форма судака нагуливается в солоноватых водах морей (до 11 ‰), а размножается в низовьях рек. Есть мнение, что в море судак растёт быстрее, чем в пресных водоёмах (Промысловые рыбы России, 2006).

Наличие разных экологических форм европейского судака, отличающихся, в том числе и по темпу роста, имеет интерес для изучения специфических особенностей роста ранней молоди судака в условиях аквакультуры.

Проблема отсутствия наполнения плавательного пузыря является частым явлением у окунеобразных рыб, ограничивающим эффекты их подращивания в контролируемых условиях (Biology and culture of percid fishes, 2015).

Целью работы являлось сравнение за-

полнение плавательного пузыря у 2 форм европейского судака. Наблюдения проводили за развитием 2 групп: личинок и молоди жилой и полупроходной форм судака в промышленных условиях.

Работа была выполнена в условиях аквариального рыбоводного комплекса ФГБНУ «ВНИРО» в системе с замкнутым водообеспечением (УЗВ) в период 2016 г.

Личинки жилой формы судака были получены от 4-х (групп) производителей естественной популяции на базе Центрального филиала ФГБУ «Главрыбвод». Отловленных в системе озёр Шатурской ГРЭС Московской области. Средняя масса производителей составляла 2,3 кг.

Личинки полупроходной формы судака были получены от 4-х групп производителей естественной популяции, на базе научно-производственного центра ФГБНУ АзНИИРХа «Взморье», отловленных в Таганрогском заливе Азовского моря. Средняя масса производителей составляла 1,7 кг.

Личинок обеих форм содержали в бассейнах объёмом 0,5 м<sup>3</sup>, водообмен составлял 1 объём в час, содержание в воде кислорода 8,2 мг/л. Температуру воды постепенно повышали от 16,5 °С в первые дни выращивания до 19,5 °С к концу эксперимента. Интенсивность освещённости над рыбоводными бассейнами составляла 50—100 люкс. Продолжительность опыта составила 35 сут.

В ходе эксперимента оценивали активность заполнения плавательного пузыря и переход на внешнее питание искусственным кормом.

В качестве стартового (живого) корма использовали науплии артемии (*Artemia salina*). В дальнейшем, на 15-е сутки после вылупления, применялся сухой гранулированный корм (комбикорм) осетровой рецептуры с содержанием 47 % протеина и 13 % липидов.

### Результаты и обсуждение

Как показано на рис. 1, начало перехода на экзогенное питание у личинок судака отмечалось: у жилой формы на 4-е сутки, у полупроходной формы на 5-е сутки жизни. При этом полный переход личинок обеих форм судака на экзогенное питание завершился на 8-е сутки. Таким образом, период перехода на экзогенное питание у личинок полупроходной формы был короче на сутки по сравнению с личинками жилой формы судака.

Как показано на рис. 2, заполнение плавательного пузыря у личинок судака отмечалось: у жилой формы на 6-е сутки; у полупроходной формы на 7-е сутки. При выращивании личинок судака этот период продлился: у жилой формы — 10 сут. у полупроходной формы — 8 сут. Вместе с тем интенсивность заполнения

ПП личинками полупроходной формы была выше в 2 раза

На рис. 3 отображена динамика перехода личинок двух форм на сухой стартовый корм. Вносить сухой корм в рыбоводные ёмкости начали одновременно на 15-е сутки. При этом переходить на питание сухим кормом личинки полупроходной формы начали в возрасте 17-ти суток, а личинки жилой формы на 21-е сутки жизни. Полный переход на питание сухим кормом завершился: у жилой формы на 33-и сутки; у полупроходной формы на 23-и сутки. Исходя из этого видно, что личинки полупроходной формы гораздо раньше и за меньший период времени (7 сут.) перешли на питание сухим кормом.

### Выводы

Полупроходная форма судака по срав-



Рис. 1. Динамика перехода на экзогенное питание личинок судака

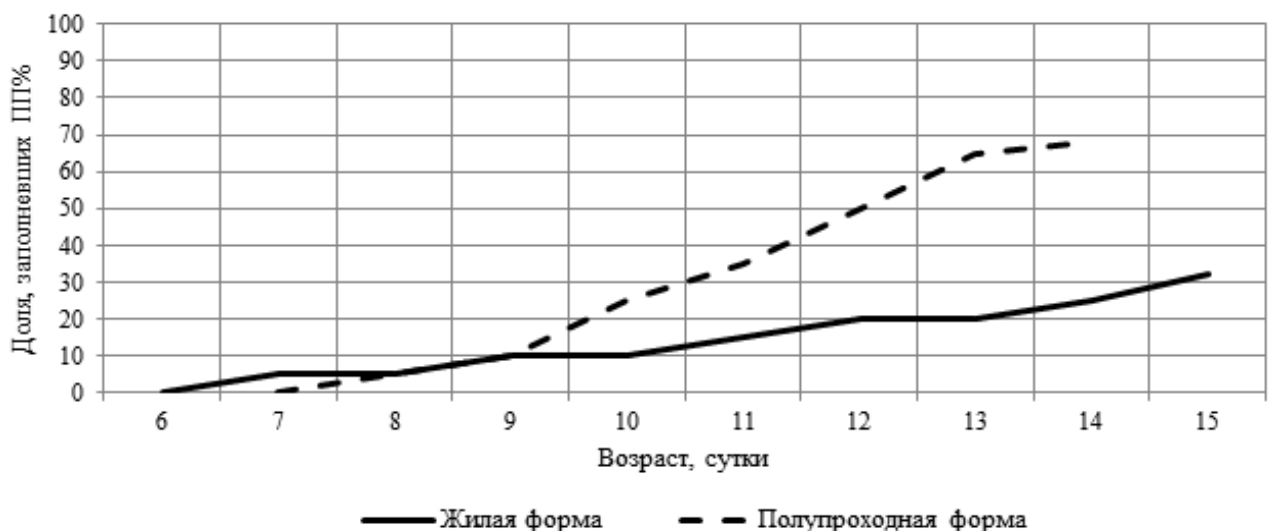


Рис. 2. Динамика заполнения плавательного пузыря

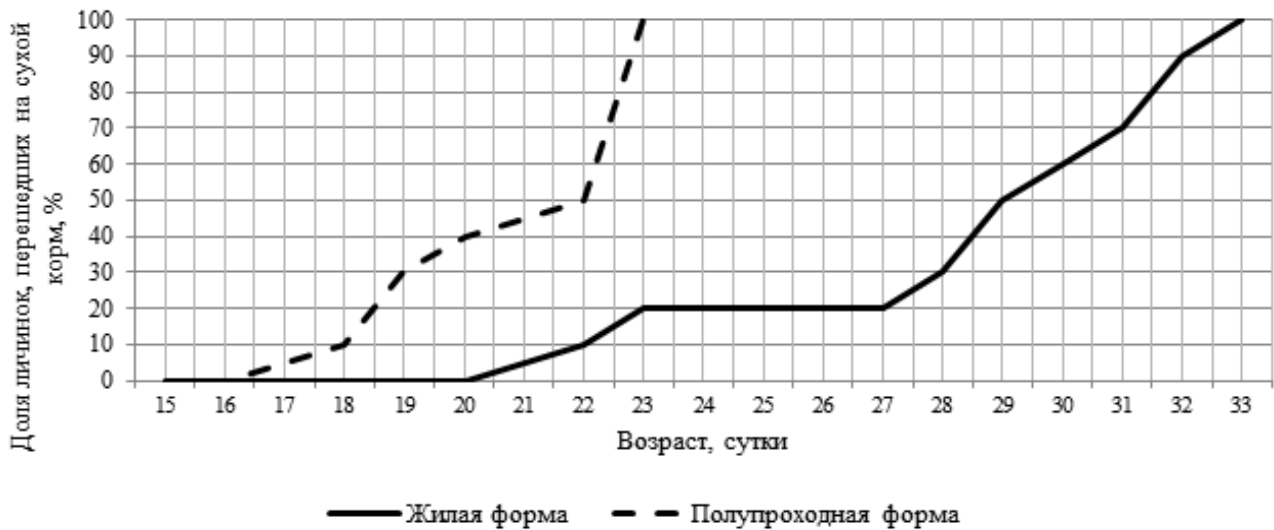


Рис. 3 Динамика перехода на питание сухим кормом

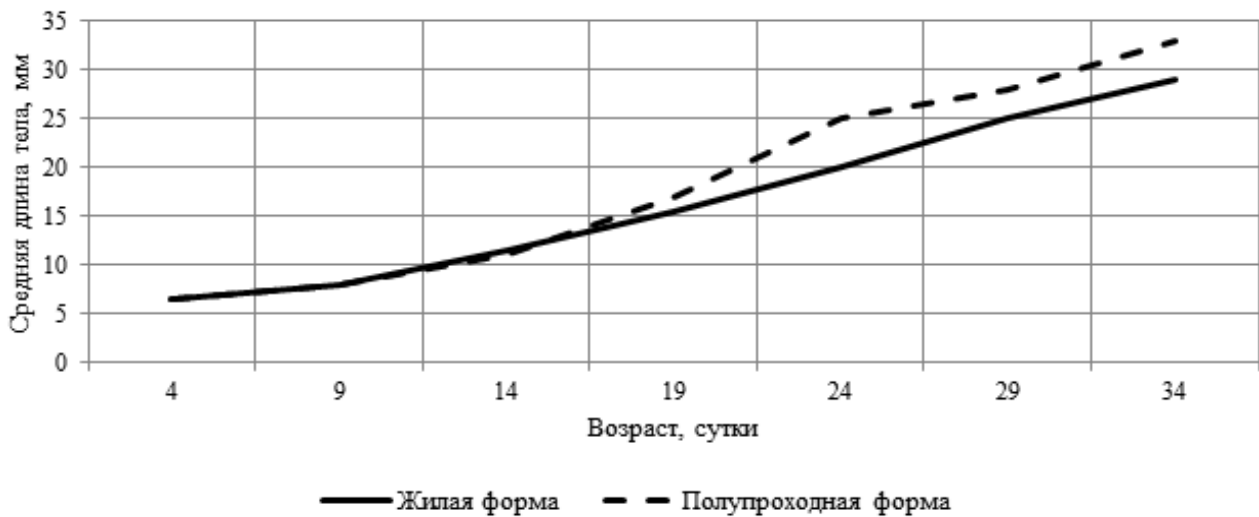


Рис. 4. Динамика линейного роста

нению с жилой формой показала более лучшую динамику как при переходе на экзогенное питание так и при переходе на питание сухим кормом. Что касается заполнения пла-

вательного пузыря, полупроходная форма также показала более лучший результат, заполнив ПП на 68 %.

#### Литература

Гетманенко В.А., Губанов Е.П., Изергин Л.В. Запасы судака в Азовском море должны быть восстановлены // Водні біоресурси та їх відтворення, Рибне господарство України. 2012. № 3. С. 4—12.

Промысловые рыбы России: в 2 т. Т. 1 / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляр, Б.Н. Котенёва. М.: ВНИРО, 2006.

Demska-Zakêoe K., Kowalska A., aw Zakêoe Z. The development of the swim bladder of pikeperch *Sander lucioperca* (L.) reared in intensive culture // Arch. Pol. Fish. 2003. Vol. 11, fasc. 1. P. 45—55.

Biology and culture of percid fishes: principles and practices / P. Kestemont, K. Dabrowski, R.C. Summerfelt (Eds.). Springer Netherlands, 2015.

УДК 574.4(282.247.41)

## ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Е.С. Казанцева, А.М. Ветров

*Волго-Каспийское территориальное управление Росрыболовства, г. Астрахань, Россия*

E-mail: vosproizvodstvovktu@mail.ru

Искусственное воспроизводство водных биоресурсов включает в себя, согласно постановлению Правительства РФ от 12.02.2014 г. № 99 «Об утверждении Правил организации искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов», формирование, содержание и эксплуатацию ремонтно-маточных стад и выращивание водных биоресурсов с их последующим выпуском в водные объекты рыбохозяйственного значения.

Искусственное воспроизводство водных биоресурсов осуществляется в настоящее время в рамках государственных заданий учреждений подведомственных Росрыболовству, за счет собственных средств юридических лиц (индивидуальных предпринимателей), а также в рамках компенсационных мероприятий организаций (ИП), нанёсших ущерб водным биоресурсам и среде их обитания в результате ведения хозяйственной деятельности. Следует отметить, что хозяйствующие субъекты, осуществляющие выпуск молоди за счёт компенсационных средств, вносят значительный вклад в искусственное воспроизводство региона путём ежегодных выпусков молоди частичковых и осетровых видов рыб. Из наиболее крупных предприятий, осуществляющих ежегодные выпуски молоди, следует отметить такие, как ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжск-нефть», ФГУП «Росморпорт» и др.

В создавшихся к настоящему времени новых экономических условиях основными задачами всей рыбной индустрии на Каспии и Нижней Волги являются сохранение сырьевой базы и её эффективное использование. Особенно остро этот вопрос поднимается в отношении осетровых видов рыб, представляющих не только национальное, но и общемировое богатство. Осетровые (*Acipenseridae*) рыбы представлены в Каспийском море шестью видами, относящимся к двум родам: *Huso* и *Acipenser* — белуга (*Huso huso*), русский осётр (*Acipenser gueldenstaedtii*), персидский осётр (*Acipenser persicus*), севрюга (*Acipenser stellatus*), шип (*Acipenser nudiiventris*) и стерлядь (*Acipenser ruthenus*).

За последние годы промысловый возврат осетровых рыб от естественного нереста в р. Волге значительно сократился и в настоящее время сводится к нулю. Эффективность естественного воспроизводства полупроходных и речных видов рыб по сравнению с 1980—1990-ми гг. снизилась на 70 %.

В этих условиях всевозрастающее значение приобретает искусственное воспроизводство ценных видов рыб, сыгравшее решающую роль в восстановлении запасов в 1970—1990-х гг. Эффективность искусственного воспроизводства была подтверждена промысловыми уловами в конце 1980-х — начале 1990-х гг. Сегодня по данным ФГБНУ «КаспНИРХ» доля осетровых рыб заводского происхождения достигает: белуга — 98 %, русский осётр — 65 %, севрюга — 45 %.

На подведомственной Волго-Каспийскому территориальному управлению Росрыболовства территории функционируют 7 осетровых рыбодных заводов, шесть из которых находятся в Астраханской и 1 — в Волгоградской области, а также предприятия других форм собственности, деятельность по искусственному воспроизводству осетровых рыб, которых приобретает все большее значение, поскольку объёмы естественного воспроизводства неуклонно снижаются (рис. 1). Ещё одним из масштабных предприятий Астраханской области по воспроизводству осетровых видов рыб является Научно-экспериментальная база ФГБНУ «КаспНИРХ» - Центр «БИОС», производственная мощность которого позволяет выращивать молодь не только стандартных (3,0 г), но и укрупнённых навесок от 10 до 200 г.

За период с 2010 г. общий объем выпуска молоди осетровыми рыбодными заводами на Нижней Волге колебался в пределах от 25 до 38 млн экз. с преимущественным выпуском в последние годы молоди русского осётра

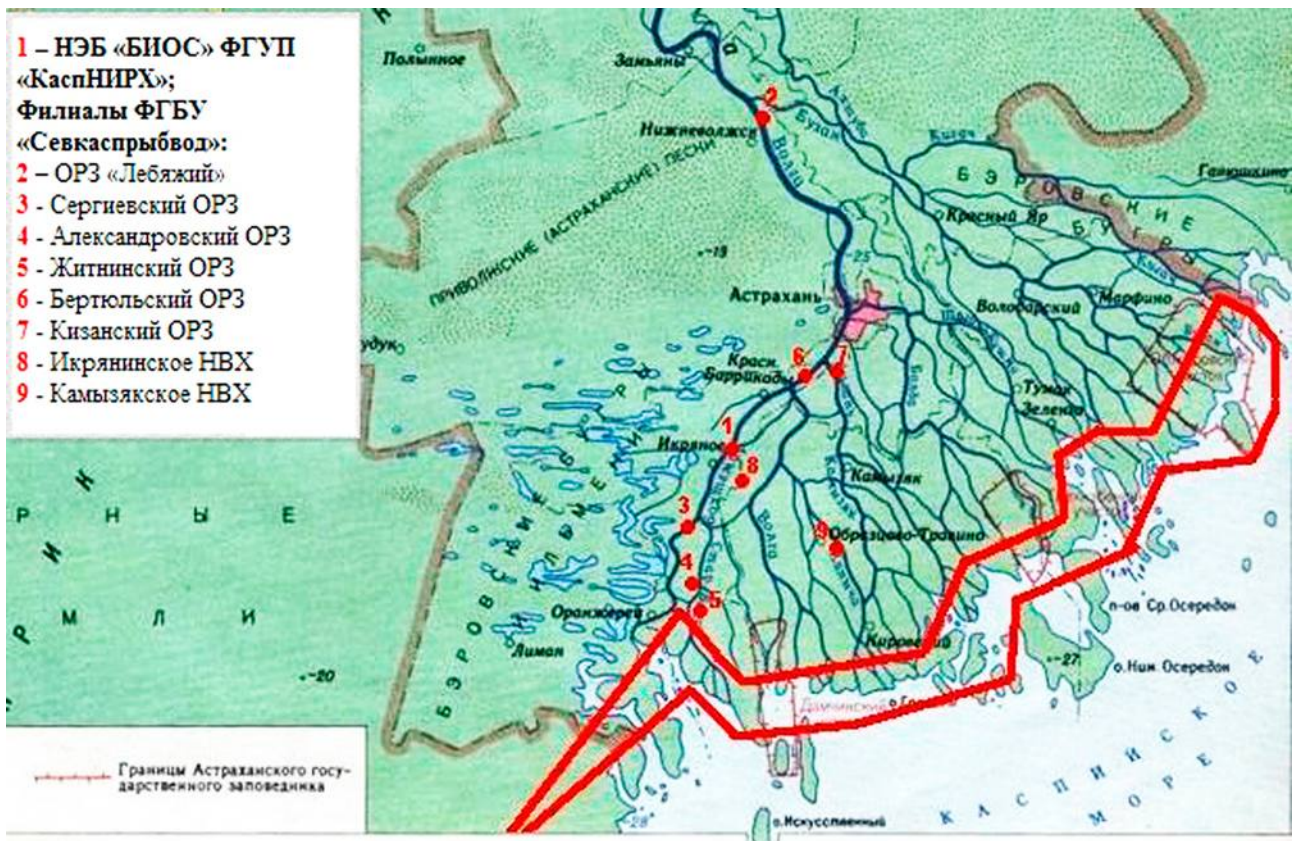


Рис.1 Расположение осетровых рыбоводных заводов и НВХ Астраханской области

(табл. 1). При этом следует отметить, что, согласно рекомендаций ФГБНУ «КаспНИРХ», приёмная ёмкость Каспийского моря по кормовой базе позволяет увеличить объёмы вы-

пуска молоди. Для повышения эффективности воспроизводства осетровых необходимо провести комплексные биологические исследования и уточнить не только оптимальные

Таблица 1

Выпуск молоди осетровых видов рыб

Год	Государственное задание				Компенсационные средства		Собственные средства				
	Вид ВБР										
	Белуга	Русский осётр	Севрюга	Стерлядь	Русский осётр	Стерлядь	Белуга	Русский осётр	Севрюга	Стерлядь	Шип
Астраханская область											
2015	0,974	30,67	0,229	0,785	0,519	0,029	0,00005	0,0006	—	—	—
2016	0,474	33,311	0,11	1,832	0,004	—	0,0002	0,002	0,0002	0,0006	—
2017	0,782	29,312	—	0,767	0,049	0,029	0,00006	0,001	—	0,0004	0,002
Волгоградская область											
2015	—	2,923	—	0,183	0,35	—	0,0003	—	—	—	—
2016	—	2,628	—	0,05	0,160	0,103	—	—	—	—	—
2017	—	2,353	—	0,180	0,008	0,009	—	0,03	—	0,001	—
Саратовская область											
2015	—	—	—	—	—	0,215	—	—	—	—	—
2016	—	—	—	—	—	0,286	—	—	—	—	—
2017	—	—	—	—	—	0,155	—	—	—	0,014	—

объёмы выпуска, но и соотношение видов выпускаемой молоди осетровых, возрастно-весовой стандарт молоди для каждого региона по видам, разработать научные основы межгосударственного ведения искусственного воспроизводства осетровых на Каспии.

Выпуск молоди в определённом соотношении оптимальных размерно-весовых категорий позволит обеспечить устойчивое и гарантированное пополнение популяций осетровых заводской молодью. Внедрение мечения выращенной продукции позволит оценивать эффективность работы по величине ожидаемого промыслового возврата для каждой страны, принимающей участие в воспроизводстве молоди, и обеспечении её выживания в море. Повышение эффективности осетроводства во многом зависит от оптимизации размещения выращенной молоди с помощью живорыбных судов. Установлено, что вывоз молоди на благоприятные места нагула увеличивает её выживаемость и промысловый возврат по сравнению с существующими показателями при выпуске в реку в 2—3 раза.

Помимо осетровых в Волжско-Каспийском бассейне осуществляется выпуск других

видов водных биоресурсов (табл. 2). Из частиковых видов рыб — сазан, судак, лещ; из растительных — белый амур и толстолобики; также в рамках госзадания осуществляется выпуск молоди белорыбицы. Выпуски молоди судака, сазана и леща находятся на среднемноголетнем уровне, в то время как выпуск молоди белорыбицы неуклонно снижается. В настоящий период в связи с вступлением в нерестовое стадо поколений малоурожайных лет заготовка производителей крайне осложнена.

В связи с чем, даже при имеющихся технических возможностях ряда хозяйств выпуск молоди белорыбицы остаётся крайне низким. Так, Александровским ОРЗ выпущено за ряд лет:

2010 г. — 837,8 тыс. шт.,  
 2011 г. — 748,0 тыс. шт.,  
 2012 г. — 1 396,0 тыс. шт.,  
 2013 г. — 921,8 тыс. шт.,  
 2014 г. — 390,0 тыс. шт.,  
 2015 г. — 930,0 тыс. шт.,  
 2016 г. — 397,0 тыс. шт.,  
 2017 г. — 168,0 тыс. шт.

Максимальный выпуск белорыбицы

Таблица 2

Выпуск молоди ВБР предприятиями всех форм собственности (по областям Астраханская — АО, Волгоградская — ВО, Саратовская — СО), млн шт.

Вид ВБР	За счёт средств Федерального бюджета			За счёт компенсационных средств			За счёт собственных средств		
	АО	ВО	СО	АО	ВО	СО	АО	ВО	СО
2015 год									
Осетровые	32,658	3,106	—	0,548	0,35	0,215	0,001	—	—
Частиковые	1877,4	—	0,816	4,846	0,02	0,541	—	—	—
Белорыбица	0,93	—	—	—	—	—	—	—	—
Растительные	—	—	—	—	0,042	0,039	—	0,001	0,004
Общий выпуск	1910,988	3,106	0,816	5,394	0,412	0,795	0,001	0,001	0,004
2016 год									
Осетровые	35,727	2,678	—	0,004	0,263	0,286	0,003	—	—
Частиковые	1847,8	—	—	4,585	0,111	2,479	—	—	—
Белорыбица	0,397	—	—	—	—	—	—	—	—
Растительные	—	—	—	—	0,001	0,02	—	0,017	0,004
Общий выпуск	1883,924	2,678	-	4,589	0,375	2,785	0,003	0,017	0,004
2017 год									
Осетровые	30,861	2,533	—	0,078	0,017	0,155	0,004	0,031	0,014
Частиковые	1850,7	—	—	3,924	0,083	0,567	—	—	0,03
Белорыбица	0,168	—	—	—	—	—	—	—	—
Растительные	—	—	—	—	0,007	0,067	—	0,04	0,449
Общий выпуск	1881,729	2,533	—	4,002	0,107	0,789	0,004	0,071	0,493

пришёлся на 1983—1993 гг., выпуск в эти годы варьировал от 2,4 до 16,2 млн шт. молоди белорыбицы. Выпуск молоди частичковых осуществляется как с нерестово-выростных хозяйств в рамках государственного задания Северо-Каспийского филиала ФГБУ «Главрыбвод», так и юридическими лицами (и индивидуальными предпринимателями) в рамках мероприятий по искусственному воспроизводству за счёт компенсационных и собственных средств. Всего в 2017 г. было выпущено 1 855,351 млн шт. частичковых видов рыб, что находится на среднемноголетнем уровне выпускаемых в естественные водоёмы рыбохозяйственного значения молоди частичковых видов рыб.

В 2017 г. искусственное воспроизводство водных биоресурсов на территории ответственности Волго-Каспийского территориального управления Росрыболовства осуществлялось путём выпуска таких видов как русский осётр, стерлядь, белуга, севрюга, сазан, судак, лещ, белорыбица и растительноядные, а также впервые была выпущена молодь шипа с научно-экспериментальной базы «Биос» ФГБНУ «КаспНИРХ». Выпуск молоди шипа был незначительный, всего 2 493 экз., но по мере созревания производителей выпуск исчезающих видов водных биоресурсов будет продолжаться.

В настоящее время, когда резко сократились объёмы заготовки производителей в естественных водоёмах, Россия одна из пер-

вых стран, которая разработала технологию создания маточных стад, способом доместикиции диких рыб, внедрила методы прижизненного получения половых продуктов, сохраняя возможность многократного получения потомства при содержании стада в искусственных условиях. При внедрении технологии ускоренного создания производственных стад осётра уже к 2015 г. потребность в заготовке производителей для искусственного воспроизводства сократилась на 15—20 % по всему Каспийскому бассейну.

По состоянию на 2017 г. величина ремонтно-маточного стада осетровых видов рыб, содержащихся на осетровых рыболовных заводах, подведомственных Росрыболовству составила 1 7652 экз. или 144,182 т. (табл. 3).

В условиях недостаточного количества производителей осетровых видов рыб формирование и содержание собственных ремонтно-маточных стад на осетровых рыболовных заводах позволяет поддерживать ежегодный объём выпуска молоди осетровых на уровне 25—30 млн экз. (рис. 2) В тоже время осетровые рыболовные заводы дельты Волги, построенные в основной массе в 1950—1970 гг. не приспособлены к длительному содержанию ремонтно-маточных стад, при работе с производителями и ремонтом осетровых видов рыб используются неспециализированные пруды, такие как: пруды Казанского, Куринского типа, пруды в которых ранее размещались ли-

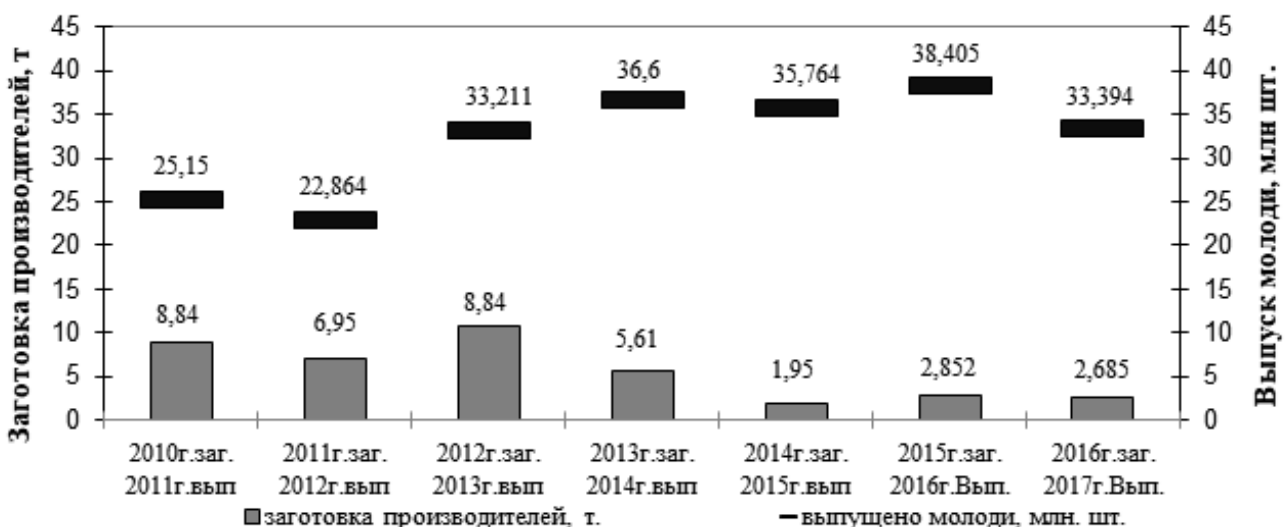


Рис. 2. Объёмы заготовки производителей и выпуска молоди осетровых рыб предприятиями подведомственными Росрыболовству

Таблица 3

Величина ремонтно-маточного стада осетровых видов рыб, содержащихся на осетровых рыбободных заводах, подведомственных Росрыболовству

Год	Осетр	Стерлядь	Севрюга	Белуга	Шип	Итого:
	шт./т	шт./т	шт./т	шт./т	шт./т	шт./т
2015	<u>9070</u>	<u>5369</u>	<u>342</u>	<u>1105</u>	—	<u>15886</u>
	94,016	6,196	1,12	36,725		138,057
2016	<u>8008</u>	<u>5421</u>	<u>294</u>	<u>1101</u>	—	<u>14824</u>
	90,996	6,042	1,043	38,150		136,231
2017	<u>9031</u>	<u>7225</u>	<u>246</u>	<u>1093</u>	<u>57</u>	<u>17652</u>
	92,142	7,78	1,054	42,476	0,730	144,182

Таблица 4

Объёмы заготовки производителей осетровых видов рыб предприятиями, подведомственными Росрыболовству

Год	Заготовлено производителей, шт. (всего/самок)			
	Белуга	Русский осётр	Севрюга	Стерлядь
2015	—	153/87	9/3	243*
2016	2/0	138/61	2/2	232*
2017	—	23/7	—	287*

Примечание — \* — пол рыбы не определяется на местах заготовки

чиночно-выростные базы, выростные пруды. Наличие специализированных мощностей позволило бы более эффективно работать с производителями и ремонтной частью стада: содержать производителей различных возрастных групп и видов отдельно более оперативно производить рыбободные мероприятия. Работы по повышению качества содержания ремонтно-маточного стада ведутся, так в рамках федеральной целевой программы создаётся садковая база по содержанию осетровых видов рыб на Александровском ОРЗ ФГБУ «Главрыбвод», на Волгоградском ОРЗ строится цех длительного выдерживания стерляди. В настоящее время ФГБНУ «ВНИРО», в рамках Рабочей программы реализации мероприятий 2016 г. подпрограммы № 8 «развитие осетрового хозяйства» государственной программы РФ «развитие рыбохозяйственного комплекса», проводится исследовательская работа по определению генотипа рыб содержащихся в ремонтно-маточном стаде Волжских осетровых заводов, что в будущем позволит создавать схемы скрещивания рыб минимизируя возможность близкородственного скрещивания и, соответственно по-

вышая эффективность воспроизводства и разнокачественность генетического состава выпускаемой молодежи.

В то же время полностью отказываться от заготовки производителей нельзя, заготовка необходима для вливания «свежей крови» в маточное стадо рыб. Кроме того воспроизводство севрюги в Волжско-Каспийском бассейне целиком зависит от рыбы заготовленной из естественной среды обитания, выживаемость производителей в искусственных условиях низкая и их повторное созревание крайне редко. Так в 2017 г. выпуск севрюги в реку Волга и её водотоки не осуществлялся, поскольку заготовка отсутствовала (табл. 4), а зрелых производителей и созревших рыб из ремонтного стада не было. Одной из проблем стоящих перед воспроизводством осетровых видов рыб является не достаточное правовое и методическое обеспечение в вопросах содержания ремонтно-маточного стада рыб. В том числе чётко не прописаны нормативы по отбраковке рыбы из ремонтного стада и дальнейшего направления указанной рыбы, отсутствуют критерии, по которым следует отбраковывать рыбу.



УДК 579.551.2:369.311

**УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА В ВЫРОСТНЫХ ПРУДАХ  
ОАО «СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ РЫБОРАЗВОДНЫЙ ЗАВОД  
РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ» (СРЗРР) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПЛОТНОСТЯХ  
ПОСАДКИ КАРПА**

С.Н. Комарова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: apilab@yandex.ru

Таблица 1

Плотности посадки рыб в пруды

Вид рыбы	Плотность посадки, тыс. экз./га	
	Пруд 1	Пруд 2
Карп	150	75
Белый толстолобик	50	50
Пёстрый толстолобик	30	30

Естественная кормовая база рыб — это комплекс гидробионтов, используемых рыбами в пищу непосредственно или через промежуточное пищевое звено. Важное значение для оценки естественной кормовой базы рыб имеет качественная и количественная характеристика развития пищевых организмов (Богатова, 1980).

Зоопланктон в прудах представлен в основном низшими ракообразными, колероватками и простейшими. Эти организмы составляют основу питания рыб, причём наибольшее пищевое значение имеют ветвистоусые и веслоногие рачки. Коловратками и простейшими питается молодь рыб на ранних стадиях развития (Морузи, 1998).

Основным источником животного белка для молоди карпа служит зоопланктон, предпочтение отдаётся крупным формам дафний — *Daphnia longispina* и *Daphnia pulex* (Артамонова, 1984).

Исследованиями было установлено, что обеспечение молоди карпа животными организмами даже в количестве 0,1 % от массы рыб повышает их аппетит, активизирует переваривание и усвоение комбикормов (Щербина, Киселев, Касаткина, 1992).

Увеличение плотностей посадки молоди карпа усиливает пищевой прессинг на естественную кормовую базу прудов, оказывая влияние на уровень развития зоопланктонных организмов, а, следовательно, и их долю в рационе рыб.

Исследования по изучению влияния различных плотностей посадки карпа на развитие зоопланктонных комплексов проводились в двух выростных прудах площадью по 6 га, средней глубиной — 1,6 м. Плотности посадки молоди карпа в пруды составили 150 и 75 тыс. экз./га, плотности посадки растительноядных рыб были одинаковыми (табл. 1).

Перед зарыблением пруды прошли тщательную подготовку: после осушения были проведены гидромелиоративные работы, влажные участки продезинфицированы негашёной известью, до заливки в пруды был внесён перепревший навоз — 2 т/га, ложе прудов продисковано и засеяно овсом.

С целью развития естественной кормовой базы в пруды вносились минеральные удобрения. При внесении удобрений и известки учитывали качество поступающей воды, состав иловых отложений, качественный состав и количество фито- и зоопланктона. Дозы и сроки внесения минеральных удобрений корректировали, исходя из концентрации минеральных соединений азота и фосфора, а также в зависимости от содержания в воде растворённых органических веществ.

Отбор и обработку гидробиологических проб осуществляли по общепринятым методикам (Киселев, 1969; Методические рекомендации ... , 1984).

После зарыбления мальками карпа пруда 1 (начало июня) биомасса и численность зоопланктонных организмов была невысока — 0,930 г/м<sup>3</sup> и 298 тыс. экз./м<sup>3</sup> (табл. 2), причём основная масса организмов была представлена ценными на тот момент мелкими формами — 88 % биомассы и 96 % численности составляли колероватки. Однако, уже через несколько дней, благодаря интенсивному развитию зоопланктёров-фильтраторов, остаточная биомасса и численность

Таблица 2

Динамика численности (знаменатель, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (числитель, г/м<sup>3</sup>) зоопланктона в выростных прудах ОАО «СРЗРР»

Дата	Коловратки ( <i>Rotatoria</i> )	Веслоногие ракообразные ( <i>Copepoda</i> )	Ветвистоусые ракообразные ( <i>Cladocera</i> )	Прочие	Всего
Пруд 1					
09.06	$\frac{0,820}{286}$	$\frac{0,102}{10}$	$\frac{0,008}{2}$	—	$\frac{0,930}{298}$
13.06	$\frac{1,751}{350}$	$\frac{2,460}{365}$	$\frac{4,724}{372}$	—	$\frac{8,705}{1087}$
18.06	$\frac{1,222}{320}$	$\frac{2,106}{40}$	$\frac{0,370}{62}$	$\frac{0,004}{<1}$	$\frac{3,702}{422}$
23.06	$\frac{4,367}{1276}$	$\frac{1,670}{286}$	$\frac{2,480}{440}$	$\frac{0,012}{1}$	$\frac{8,529}{2006}$
30.06	$\frac{2,225}{375}$	$\frac{2,407}{284}$	$\frac{3,248}{252}$	—	$\frac{7,880}{912}$
20.07	$\frac{0,014}{14}$	$\frac{0,374}{17}$	$\frac{0,448}{62}$	—	$\frac{0,836}{93}$
24.07	$\frac{0,132}{24}$	$\frac{0,185}{25}$	$\frac{0,503}{70}$	—	$\frac{0,820}{119}$
30.07	$\frac{0,434}{28}$	$\frac{0,022}{2}$	$\frac{0,336}{18}$	—	$\frac{0,792}{48}$
06.08	$\frac{0,106}{22}$	$\frac{0,004}{<1}$	$\frac{0,556}{46}$	—	$\frac{0,66}{68}$
18.08	$\frac{0,162}{50}$	$\frac{0,018}{6}$	$\frac{0,314}{39}$	$\frac{<0,001}{<1}$	$\frac{0,494}{95}$
23.09	—	—	$\frac{0,056}{4}$	$\frac{0,004}{<1}$	$\frac{0,060}{4}$
02.10	$\frac{<0,001}{<1}$	—	$\frac{0,007}{1}$	—	$\frac{0,007}{1}$
Среднее за сезон	$\frac{0,917}{229}$	$\frac{0,780}{86}$	$\frac{1,087}{114}$	$\frac{0,001}{<1}$	$\frac{2,785}{429}$
Пруд 2					
18.06	$\frac{0,387}{68}$	$\frac{1,441}{219}$	$\frac{2,864}{268}$	$\frac{0,350}{1}$	$\frac{5,042}{556}$
23.06	$\frac{3,045}{280}$	$\frac{2,469}{331}$	$\frac{11,664}{960}$	$\frac{0,020}{<1}$	$\frac{17,198}{1571}$
29.06	$\frac{0,414}{112}$	$\frac{9,101}{272}$	$\frac{5,802}{485}$	$\frac{0,030}{<1}$	$\frac{15,347}{869}$
03.07	$\frac{0,425}{316}$	$\frac{2,137}{326}$	$\frac{0,869}{78}$	$\frac{0,002}{<1}$	$\frac{3,451}{720}$
10.07	$\frac{1,171}{786}$	$\frac{1,751}{278}$	$\frac{7,942}{626}$	—	$\frac{10,864}{1690}$
24.07	$\frac{0,046}{16}$	$\frac{1,215}{40}$	$\frac{2,665}{250}$	$\frac{0,046}{<1}$	$\frac{3,972}{306}$
04.08	$\frac{0,030}{38}$	$\frac{0,454}{13}$	$\frac{2,126}{122}$	$\frac{0,030}{<1}$	$\frac{2,640}{174}$
07.08	$\frac{0,086}{32}$	$\frac{0,001}{2}$	$\frac{0,273}{17}$	$\frac{0,100}{1}$	$\frac{0,460}{52}$

Окончание табл. 2

Дата	Коловратки ( <i>Rotatoria</i> )	Веслоногие ракообразные ( <i>Copepoda</i> )	Ветвистоусые ракообразные ( <i>Cladocera</i> )	Прочие	Всего
18.08	$\frac{0,045}{34}$	—	$\frac{0,313}{23}$	—	$\frac{0,358}{57}$
24.08	$\frac{0,008}{2}$	$\frac{0,009}{<1}$	$\frac{2,137}{37}$	—	$\frac{2,154}{39}$
28.08	$\frac{0,106}{64}$	$\frac{0,008}{<1}$	$\frac{3,204}{198}$	$\frac{0,020}{<1}$	$\frac{3,338}{252}$
01.09	$\frac{0,012}{24}$	$\frac{0,009}{<1}$	$\frac{2,666}{107}$	$\frac{2,008}{<1}$	$\frac{2,965}{131}$
08.09	$\frac{0,010}{4}$	$\frac{0,042}{<1}$	$\frac{1,102}{46}$	$\frac{0,060}{<1}$	$\frac{1,214}{50}$
02.10	$\frac{0,002}{1}$	—	$\frac{0,001}{<1}$	$\frac{0,006}{<1}$	$\frac{0,009}{1}$
Среднее за число	$\frac{0,413}{127}$	$\frac{1,331}{105}$	$\frac{3,116}{230}$	$\frac{0,049}{<1}$	$\frac{4,909}{462}$

организмов значительно возросли, достигнув 8,705 г/м<sup>3</sup> и 1 087 тыс. экз./м<sup>3</sup>.

Ко времени посадки в пруд растительноядных рыб, показатели биомассы и численности организмов в пруду 1 были довольно высокими: 7,880—8,529 г/м<sup>3</sup> и 912—2 006 тыс. экз./м<sup>3</sup> и могли удовлетворить пищевые потребности молоди карпа. По-прежнему, в численном отношении в зоопланктонном комплексе пруда в этот период доминировали коловратки, а по сумме биомассы и численности к концу июня — веслоногие и ветвистоусые ракообразные.

В дальнейшем, начиная со второй дека-

ды июля и до конца выращивания, значительного подъёма развития организмов в пруду 1 не наблюдалось и значения их суммарной биомассы не превышали 1 г/м<sup>3</sup>, а в сентябре — начале октября были минимальными: биомасса — 0,060—0,077 г/м<sup>3</sup>, численность — 1—4 тыс. экз./м<sup>3</sup>.

В целом, динамика развития зоопланктонного комплекса в пруду 1 выглядела так: интенсивное развитие организмов различных групп сообщества до середины вегетационного периода и дальнейший его спад, продолжавшейся до конца сезона (рис. 1, 2).

Такое развитие зоопланктоноценоза от-

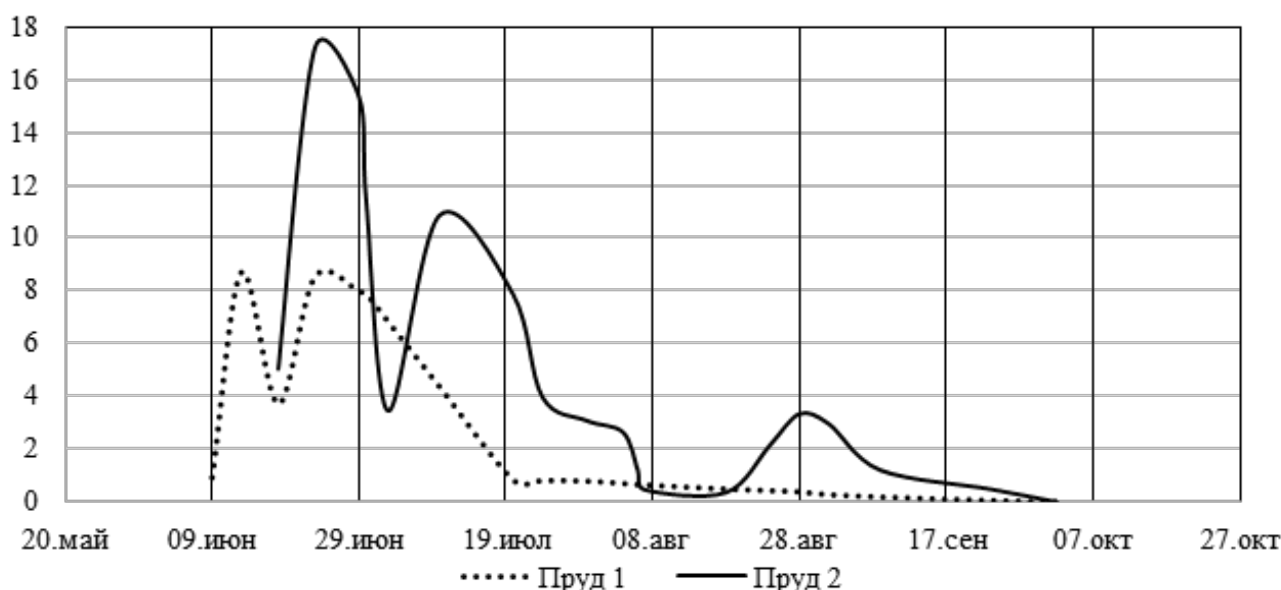


Рис. 1. Динамика биомассы зоопланктона в прудах

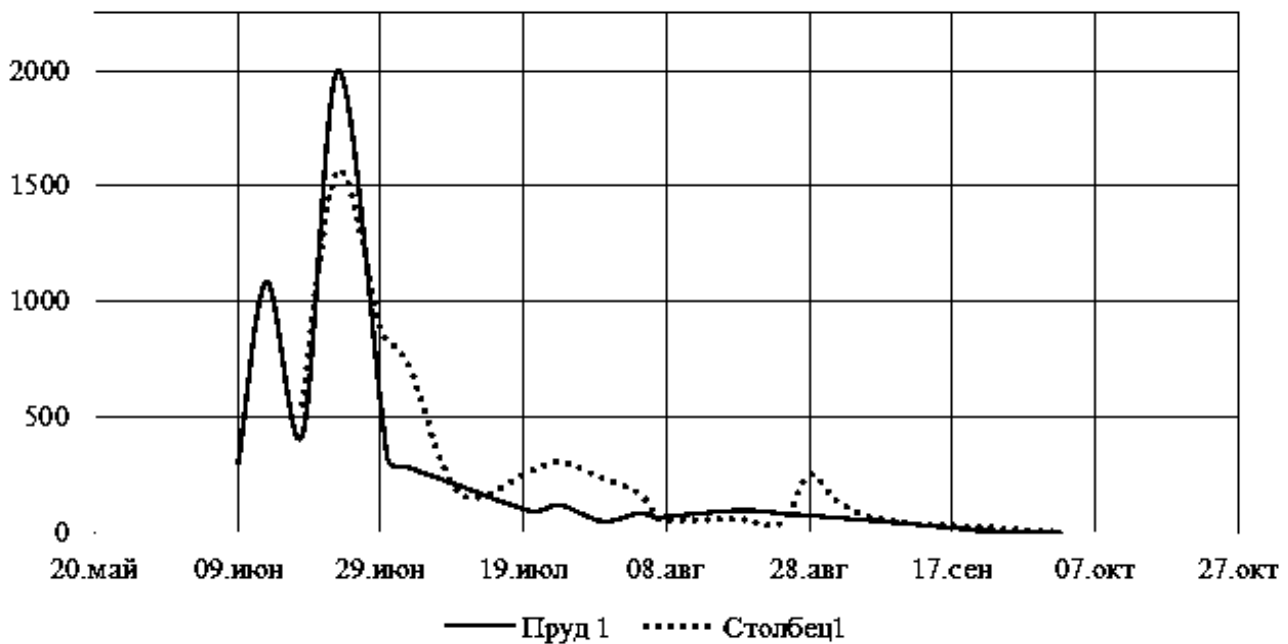


Рис. 2. Динамика численности зоопланктона в прудах

ражало влияние повышенных плотностей посадки карпа на кормовую базу пруда, которое проявлялось в низкой численности организмов со второй половины периода выращивания вследствие высокой степени выедаемости организмов рыбой.

В среднем за сезон показатели биомассы и численности зоопланктона в пруду 1 составили 2,785 г/м<sup>3</sup> и 429 тыс. экз./м<sup>3</sup> (см. табл. 2).

Совершенно иначе происходило развитие зоопланктонного комплекса в пруду 2 (рис. 1, 2). В середине июня показатели биомассы и численности зоопланктонных организмов были вполне удовлетворительными: 5,042 г/м<sup>3</sup> и 556 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно, в численном и весовом отношении в этот период доминировали представители Cladocera, на втором месте за ними Cerioda.

В период зарыбления пруда 2 растительноядными рыбами были зарегистрированы высокие значения биомассы и численности зоопланктонных организмов: 17,198 и 15,347 г/м<sup>3</sup> и 1 571 и 869 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно. В зоопланктонном комплексе пруда в этот период по-прежнему ведущее положение занимали ветвистоусые и веслоногие ракообразные.

В начале июля в пруду 2 наблюдался спад

развития организмов — биомасса 3,451 г/м<sup>3</sup>, численность — 720 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Однако в конце первой декады этого месяца была отмечена вспышка развития — 10,864 г/м<sup>3</sup> и 1 690 тыс. экз./м<sup>3</sup>, причём более 70 % биомассы составляли представители Cladocera, в численном же отношении доминировали Rotatoria, однако их доля в общей биомассе была незначительна — 1,171 г/м<sup>3</sup> (табл. 2).

К первой декаде августа уровень развития зоопланктона постепенно понизился до значений 0,460 г/м<sup>3</sup> и 57 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а начиная с последней декады августа он вновь повысился до максимальных за этот месяц значений — 3,338 г/м<sup>3</sup> и в дальнейшем не понижался менее чем на 1—2 г/м<sup>3</sup> до конца первой декады сентября. Весь этот период доминирующее численное и весовое значение в зоопланктонном комплексе имели представители Cladocera.

В самом конце вегетационного периода (начало октября) также, как и в пруду 1, в пруду 2 были отмечены минимальные значения биомассы и численности зоопланктона: 0,009 г/м<sup>3</sup> и 1 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно. Соотношение различных групп организмов в зоопланктоценозах прудов предоставлено на рис. 3 и 4.

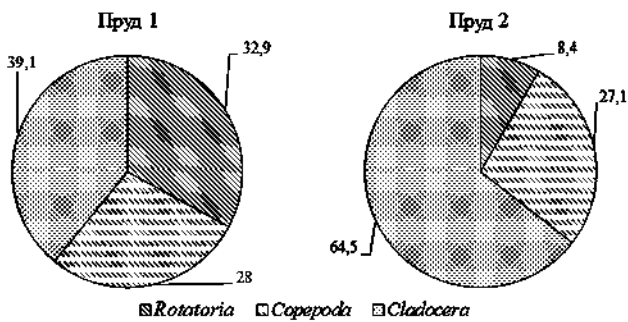


Рис. 3. Долевое соотношение групп зоопланктонных организмов в биомассе

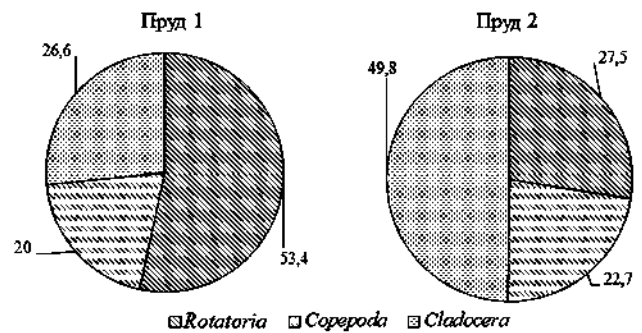


Рис. 4. Долевое соотношение групп зоопланктонных организмов в численности

В целом, анализ динамики развития зоопланктонных комплексов в прудах с различными плотностями посадки карпа и сравнение её численных и весовых показателей, позволяет сделать следующие выводы:

Во-первых, в пруду 1 с высокой плотностью посадки карпа (150 тыс. экз./га) наблюдалось только два «пика» развития организмов, и оба они были отмечены до середины вегетационного периода. В пруду 2, с меньшей плотностью посадки карпа (75 тыс. экз./га), помимо июньского и июльского «пиков», значительно превосходивших таковые в пруду 1, в августе наблюдался третий подъем развития зоопланктонных организмов (рис. 1, 2).

Во-вторых, среднесезонные показате-

ли количеств биомассы и численности организмов в пруду 2 (плотность посадки карпа 75 тыс. экз./га) были почти в два раза выше значений, отмеченных в пруду 1 (150 тыс. экз./га).

В-третьих, оценка качественного и количественного состава организмов показала, что в зоопланктонных комплексах обоих прудов в весовом отношении доминировали представители ветвистоусых ракообразных (Cladocera), они же преобладали и по численности в пруду 2. Коловратки (Rotatoria) преобладали по численности в пруду 1. Развитие веслоногих ракообразных (Copepoda) было более интенсивным в пруду 2, с меньшей плотностью посадки карпа.

### Литература

- Артамонова Т.И.** Характер питания и степень обеспеченности пищей молоди карпа в первый месяц её выращивания в выростных прудах // Сборник научных трудов ВНИИПРХ. М., 1984. № 41. С. 89—100.
- Богатова И.Б.** Рыбоводная гидробиология. М., 1980.
- Киселев И.А.** Планктон морей и континентальных водоёмов: в 2 т. Т. 1. Л., 1969.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция / науч. редакторы: чл.-кор. АН СССР Г.Г. Винберг и канд. биол. наук Г.М. Лаврентьева. Л., 1984.
- Морузи И.В.** Гидробиология рыбохозяйственных водоёмов. Новосибирск, 1998.
- Щербина М.А., Киселев А.Ю., Касаткина А.Е.** Выращивание карпа в прудах. Минск, 1992.

УДК 639.371.2(593)

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАТОЧНОГО СТАДА СИБИРСКОГО ОСЁТРА В КОРОЛЕВСТВЕ ТАИЛАНД**М.А. Корентович<sup>1,2</sup>, П. Порнсопин<sup>3</sup><sup>1</sup>Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства, г. Тюмень, Россия<sup>2</sup>Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия<sup>3</sup>Научно-исследовательский центр пресноводного рыбоводства, г. Чианг Май, Королевство Таиланд

E-mail: Korentovichma@gmail.com

**Введение**

Товарное осетроводство в современных условиях получает всё большее развитие в различных странах мира, традиционно не являющихся естественной средой обитания осетровых видов рыб. В северо-западной материковой части Королевства Таиланд, благодаря наличию природных водопадов с пресной чистой водой, имеются благоприятные условия для развития осетровой аквакультуры (рис. 1). Климат северной части является более континентальным, чем в южной. Здесь наблюдаются максимальные суточные температурные колебания. Так, в горных районах в зимнее время года температура опускается до 10 °С. Средние годовые показатели температуры в предгорных и равнинных районах колеблются от 22 до 29 °С. В северном районе королевства выделяют три отдельных сезона — тёплая и сухая зима, жаркая и сухая весна, жаркие и влажные лето и осень. К ноябрю дожди чаще всего прекращаются, в это время наступает прохладный засушливый сезон, который продолжается с ноября до середины февраля. В феврале — мае после существенного ослабления муссонов наступает жаркое время, влажность воздуха постоянно увеличивается до начала очередного муссонного сезона, после цикла вновь повторяется.



Рис. 1. Водопад Siribhum Waterfall в национальном парке DOI Inthanon

В стратегии социально-экономического развития этого региона с высокой плотностью и низкой занятостью населения рыбное хозяйство внутренних водоёмов обозначено как одно из важнейших отраслей экономики. Кроме того, Королевство Таиланд входит в число десяти наиболее динамично развивающихся стран в области аквакультуры.

Одним из наиболее перспективных объектов осетроводства является сибирский осётр (*Acipenser baerii* BRANDT, 1896), благодаря его высокой толерантности к факторам окружающей среды, особенно к повышенной температуре воды. Цель исследований — разработать научно обоснованные методы и рекомендации по основным технологическим процессам формирования ремонтно-маточного стада сибирского осётра с целью товарного выращивания и получения пищевой икры в условиях Королевства Таиланд. Научно-исследовательские работы выполнены в рамках Договора о научно-техническом сотрудничестве в области аквакультуры, подписанного в 2007 г. между ФГУП «Госрыбцентр» и Департаментом рыбного хозяйства Министерства сельского хозяйства и кооперации Королевства Таиланд.

**Материал и методы**

Исследования проведены в 2008—2014 гг. на пяти станциях северо-запада страны, участвующих в проекте, из них два участка — в национальном парке DOI Inthanon, один — в научно-исследовательском центре рыбного хозяйства города Chiang Mai, два — на станциях Pangtong провинции Mae Hong Son и Doi Dum Highland провинции Chiang Mai. Национальный парк DOI Inthanon, основное место проведения исследований, расположен в высокогорном районе на высоте 1 500 м над ур. моря. Температура природной воды водопада Siribhum Waterfall — 16—20 °С, макси-



Рис. 2. Бетонные каналы-бассейны для выращивания сибирского осётра; национальный парк DOI Inthanon, Королевство Таиланд

мальная температура воздуха 25 °С. Рыбоводная ферма DOI Inthanon содержит систему бетонных прямоугольных бассейнов различных размеров (рис. 2), снабжающихся проточной водой из канала, отходящего от водоппада; температура воды в бассейнах течение года колеблется от 15 до 23 °С.

На станции Pangtong провинции Mae Hong Son для выращивания сибирского осётра использовали квадратный бетонный бассейн площадью 40 м<sup>2</sup> и глубиной 1,5 м (рис. 3).

Все биотехнологические процессы при формировании ремонтно-маточного стада и искусственном воспроизводстве сибирского осётра выполняли по общепринятым методикам. Стадии развития икринок и семенников исследовали с помощью экспресс-метода ультразвуковой диагностики (Чебанов, Галич, 2010), используя портативный УЗИ-сканер My Sono-201 с линейным датчиком (произ-

водство Южная Корея) (рис. 4).



Рис. 3. Бетонный бассейн для выращивания сибирского осётра; станция Pangtong провинции Mae Hong Son, Королевство Таиланд

По достижению IV стадии зрелости гонад икринок применяли метод биопсии для определения коэффициента поляризации ядер ооцитов. При работе с самками приме-

нены градуальные, для самцов — однократные инъекции сурфагона. Препарат вводили двукратно с интервалом 12 ч в следующих дозировках: для самок — 4—5 мкг/кг, самцов — 2—3 мкг/кг. Созревшую икру извлекали из тела самок прижизненным методом надрезания яйцеводов (Подушка, 1986). Отмывку икры от клейкости осуществляли вручную в течение 40—50 с с помощью танина. Инкубацию икры проводили в пластиковых конусообразных ёмкостях объёмом 2 л. Наблюдения за ходом эмбриогенеза выполняли в лабораторных условиях. На 16—17, 26—27 стадиях зародышевого развития икру обрабатывали раствором фиолетового К (10 мг/кг) при экспозиции 15—20 мин.



Рис. 4. УЗИ-сканирование трёхходовка сибирского осётра; 2008 г., национальный парк DOI Inthanon, Королевство Таиланд

Подращивание личинок осётра до жизнестойких стадий проводили в течение 10 сут с помощью науплиусов артемии (*Artemia franciscana*) в пластиковых лотках размером 5,0×0,75×0,4 м. Для инкубации цист артемии использовали конусные аппараты объёмом 50 л. Кормление молоди осуществляли при использовании стартовых искусственных кормов фирмы Sorpens (Нидерланды). Для содержания ремонтно-маточного стада применяли производственные корма местного производства. Для кормов использовали стабилизированную рыбную муку с высоким содержанием протеина (72—74 %) и незаменимых аминокислот (в том числе лизина и метионина); в корма включён витаминно-минеральный премикс. На всех рыбоводных

участках ежедневно контролировали температурно-кислородный режим, расходы воды, суточные нормы кормления в зависимости от температуры среды и состояния рыбы.

### Результаты и обсуждение

Впервые оплодотворённая икра сибирского осётра ленской популяции с целью формирования и эксплуатации ремонтно-маточных стад завезена в рыбоводные хозяйства Северного административного района Королевства Таиланд в 2005 г. из Германии (ферма Desietra, г. Фульда). В 2006 г. развивающиеся эмбрионы на 20 стадии развития доставлены из Астрахани (НПО «БИОС»). В течение 3—4-х суток осуществлена доинкубация зародышей; полученная молодь послужила основой для формирования ремонтного стада осётра.

В феврале 2008 г. с помощью метода раннего ультразвукового сканирования диагностирован пол у сибирского осётра в количестве 2 450 экз., определены стадии зрелости гонад. Установлено, что у осётра в возрасте 3—4 года средней массой  $2,5 \pm 0,4$  кг гонады самок и самцов находились на I—II (37 %), II (38 %) и II жировой (25 %) стадиях развития. У самок на эхограмме начали просматриваться отдельные яйценозные пластины в виде нечётких гиперэхогенных зон. У самцов ткань семенников представлена структурой однородной мелкозернистой консистенции. Соотношение самок к самцам — 1,5: 1. По результатам сканирования часть самцов (30 %) выбракована для товарного выращивания.

Вторая УЗИ-диагностика ремонтно-маточного стада, проведённая в 2011 г., показала, что в возрасте 6—7-годоваликов у основного количества самок (75 %) массой  $6,40 \pm 0,39$  кг завершилась II жировая стадия зрелости (рис. 5). Масса гонад и размеры ооцитов увеличились, коэффициент зрелости (Кз) составил  $3,6 \pm 0,2$  %. Гонады части самок (18 %) средней массой  $7,60 \pm 0,46$  кг достигли II—III стадии развития (Кз равен  $5,8 \pm 0,4$  %), самцов (при массе  $7,8 \pm 0,4$  кг) — III и IV стадиях (Кз 4,8 0,9 %). У самцов массой  $6,31 \pm 0,21$  кг гонады находились на II, II—III стадиях развития, коэффициент зрелости —  $2,1 \pm 0,1$  %.

По результатам УЗИ-сканирования выполнены бонитировка, выбраковка и мечение



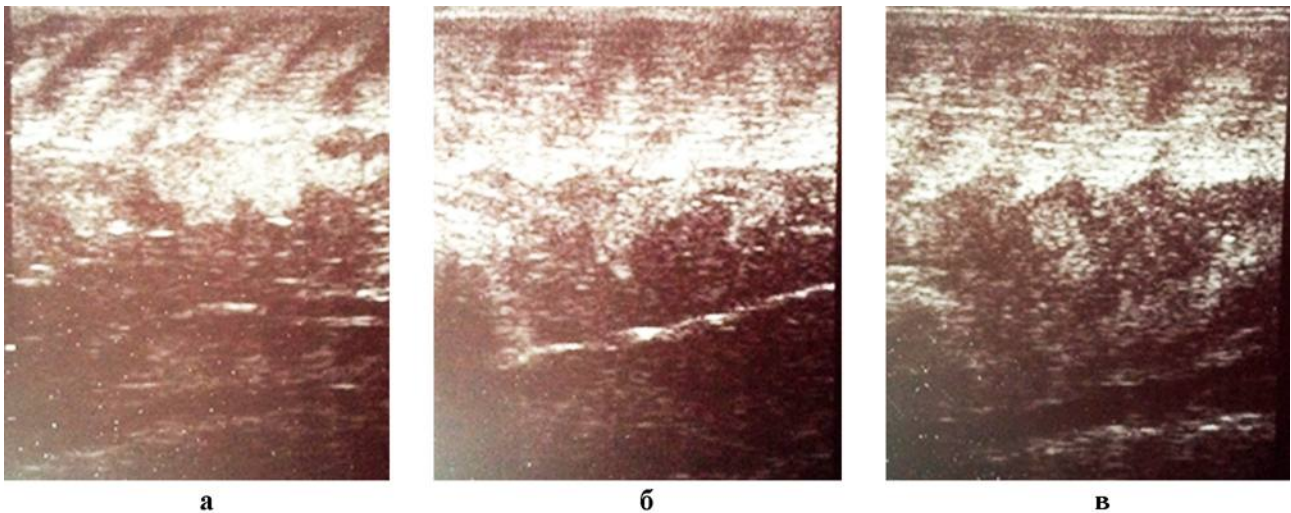


Рис. 5. Эхограммы продольных срезов яичников второй жировой стадии зрелости (F2f) у самок сибирского осётра из ремонтно-маточного стада

всех групп осётра; дан прогноз созревания производителей. Значительная часть самцов с неразвитыми гонадами отбракована (более 35%). Определены оптимальный температурный режим, включая период искусственной зимовки (не менее двух месяцев); подобраны рационы, нормы и режимы кормления. Откорректирована биотехнологическая схема выращивания РМС с целью заводского воспроизводства и получения пищевой икры. Для кратковременного содержания созревающих производителей при низких температурах в условиях региона было построено специальное помещение, состоящее из двух бассейнов для рыбы (площадь бассейна — 20 м<sup>2</sup>) с замкнутым циклом водоснабжения, в который

включена система водоохлаждения (рис. 6).

Начальную температуру воды в бассейнах устанавливали на уровне 15 °С; производителей выдерживали без кормления 1—2 сут. Затем каждый день в течение 10 сут. температуру снижали на 1 °С до зимнего режима (5—6 °С) содержания производителей (2 месяца). Постепенное ежесуточное повышение температуры воды до 14 °С осуществляли в течение следующих 8—10 сут. Концентрация растворённого кислорода в ёмкостях с рыбой колебалась в пределах 7,8—8,5 мг/дм<sup>3</sup>. Водородный показатель рН поддерживали на уровне 7,0—7,5 ед. Общее содержание аммиака (NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) находилось в пределах ПДК (0,25—0,45 мг/дм<sup>3</sup>).



Рис. 6. Модуль искусственной зимовки ремонтно-маточного стада осётра, национальный парк DOI Inthanon, Королевство Таиланд:  
а — помещение для искусственной зимовки; б — система водоохлаждения

В 2014 г. по результатам УЗИ-сканирования отобраны 15 производителей осётра (из них 5 самок и 10 самцов) в возрасте 9—10 лет как для искусственного воспроизводства, так и получения пищевой икры (рис. 7). Следует отметить, что явных признаков полового диморфизма у самцов сибирского осётра после однократной зимовки не отмечено.

Результаты отбора семенной жидкости у самцов показали, что из 10-ти проинъектированных особей средней массой  $10,6 \pm 1,5$  кг только у 5-ти рыб молоки были с активными сперматозоидами (качество семенной жидкости — 4—5 баллов; объём эякулята — 180—200 мл). Созревание самок (5 особей) отмечено при сумме температур  $42\ 000$ — $47\ 000$  градусо-дней. Средняя масса рыбы —  $11,43 \pm 0,96$  кг, длина —  $130,1 \pm 3,3$  см. После проведения искусственной зимовки коэффициент поляризации ядер ооцитов составил  $0,09 \pm 0,02$ . При температуре  $16,5$  °С созревание первой самок (масса рыбы —  $12,86$  кг) началось через 23,7 ч, у остальных было достаточно растянутым по времени — около 7 ч. Большая часть икры самки, созревшей последней (через 30 ч), находилась на ястыках (ооциты без зародышевого пузырька), гонадо-соматический индекс — 9,7 %. Средняя рабочая плодовитость самок —  $135,9 \pm 18,8$  тыс. икринок. Количество икринок в 1 г —  $64 \pm 3$  экз.

После получения икры самкам подкожно ввели раствор ампициллина ( $100$ — $200$  мг/кг массы тела) для предотвращения

инфекционно-воспалительных заболеваний (перитонит, сепсис, инфекции кожи и мягких тканей и т.п.). Оплодотворяемость икры составила 68,3 %. Инкубация эмбрионов продолжалась в течение 6—7 сут. при температуре воды  $14$ — $16$  °С. Выход однодневных предличинок был низким — 51,3 %. При вылуплении наблюдался значительный отход зародышей, полностью не отделившихся от оболочек. У некоторых особей отмечено искривление хвостового отдела и водянка околосоердечной области (до 10%).

При подращивании личинок осётра среднесуточный прирост, как показатель удельной скорости роста и массы тела рыбы, составил 25 % от веса тела. Его максимальные значения отмечены на 16-е сутки подращивания — 34 %. Изменчивость роста личинок до перехода на экзогенное питание и в первые двое суток после него невелика: коэффициент вариации  $S_v$  по массе равен 4,5—5,0 %, по длине — 0,6 %. Начиная с 3-х суток подращивания, значения коэффициента изменчивости увеличились, достигнув максимума у 12—14-суточных особей ( $S_v$  по массе составил 30,2 %, по длине — 13,1 %). В течение малькового периода коэффициент вариации по длине тела был в среднем в 2,8 раз меньше коэффициента изменчивости по массе (колебания от 2,2 до 4,0).

### Заключение

Научно-практические работы по формированию и эксплуатации маточного стада



а



б

Рис. 7. Работа с производителями сибирского осётра: а — самец сибирского осётра с пластиковой меткой на левом грудном плавнике; б — отбор биопсийной пробы у самки осётра

сибирского осётра, проведённые впервые в северных провинциях Королевства Таиланд, показали следующее. Первичная бонитировка ремонтного стада с помощью неинвазивного метода ранней ультразвуковой диагностики пола и стадий зрелости гонад, начиная с возраста 3 года и достижения II стадии гонадогенеза, позволила отобрать часть самцов (30 %) для товарного выращивания. В ходе УЗИ-мониторинга 6—7-годовиков выявлено отставание в созревании половых продуктов самок (максимальная стадия развития гонад — F2—3). В то же время, в 2011 г. были отобраны самцы, способные дать зрелые половые продукты. В период нерестовой кампании 2014 г. лишь половина самцов из числа проинъецированных отдала молоки, пригодные для качественного осеменения рыболовной икры. Прижизненный отбор икры показал, что у части рыб (20 %) присутствовали признаки дегенерации ооцитов в связи с неоднородностью процесса созревания яичников. У 60 % особей довольно большое количество оставшегося в яичниках жира свидетельствовало о том, что трансформация питательных веществ в гонады про-

изошла не полностью.

Основные причины формирования гонад низкого рыболовного качества, вероятно, связаны с нарушениями биотехнологического процесса выращивания рыбы: отсутствовали сбалансированные корма для производителей; круглогодичное содержание самок при высоких температурах воды (18—23 °С) с кратковременным зимовальным периодом привело значительному увеличению сроков полового созревания (до 9 лет). В то же время, созревание половых продуктов у сибирского осётра, являющегося объектом индустриальной аквакультуры России и стран Европы, происходит в течение 4—5 лет при условии соблюдения ежегодных искусственных зимовок. Таким образом, для самок сибирского осётра, выращиваемых в высокогорных районах Королевства Таиланд, для ускоренного получения икры необходима организация нескольких продолжительных искусственных зимовок, начиная со II стадии зрелости яичников.

### Литература

**Подушка С.Б.** Способ получения икры от самок осетровых рыб: авторское свидетельство СССР. № 1412035. М., 1986.

**Чебанов М.С., Галич Е.В.** Ультразвуковая диагностика осетровых рыб. Краснодар: Просвещение-Юг, 2010.

УДК 639.4.053.1 (262.5)

## ФАКТОРЫ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОМУ, МАССОВОМУ КУЛЬТИВИРОВАНИЮ МОЛЛЮСКОВ В ЧЁРНОМ МОРЕ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

В.Г. Крючков

Керченский филиал (КФ «ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Керчь, Россия

E-mail: kvg121047@mail.ru

В прибрежных акваториях Чёрного моря, у берегов Крыма и Кавказа (рис. 1, 2), с положительным результатом разработаны и апробированы (с 1970 г.) биотехнологии массового культивирования мидий (*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK) и двух видов устриц (*Ostrea edulis* LAMARCK и *Crassostrea gigas* THUNBERG) (Золотницкий, 2004; Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2010; Крючков, 2011). Этому способствовало: наличие достаточных площадей

акваторий с необходимыми глубинами — от 8 до 22 м, ровным рельефом дна, с суммарной площадью свыше 150 тыс. га, в том числе отсутствие в них (на период исследований) загрязнителей, наличие достаточной кормовой базы, приемлемый термический режим воды с оптимальными скоростями течений (розы течений по сезонам) и допустимыми максимальными штормовыми нагрузками (параметрами волнения), а главное с наличием

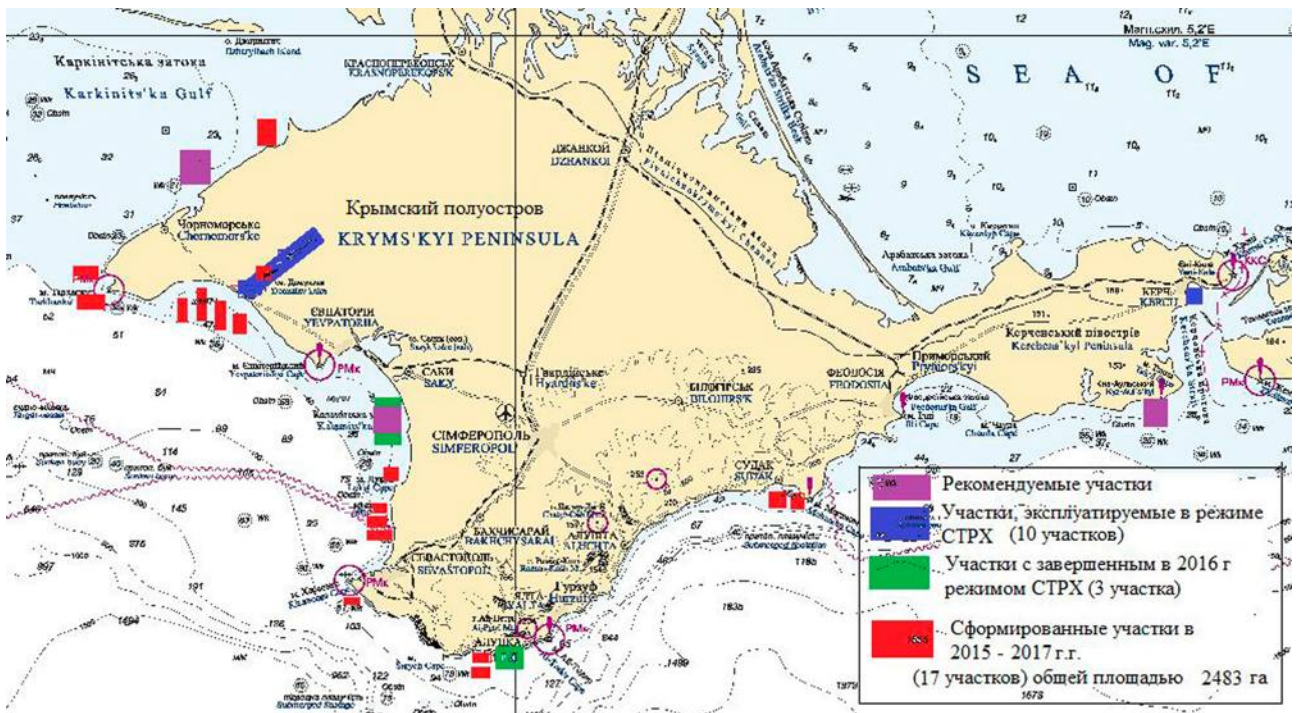


Рис. 1. Схема размещения участков акваторий у побережья Крыма, рекомендованных для проведения выращивания моллюсков

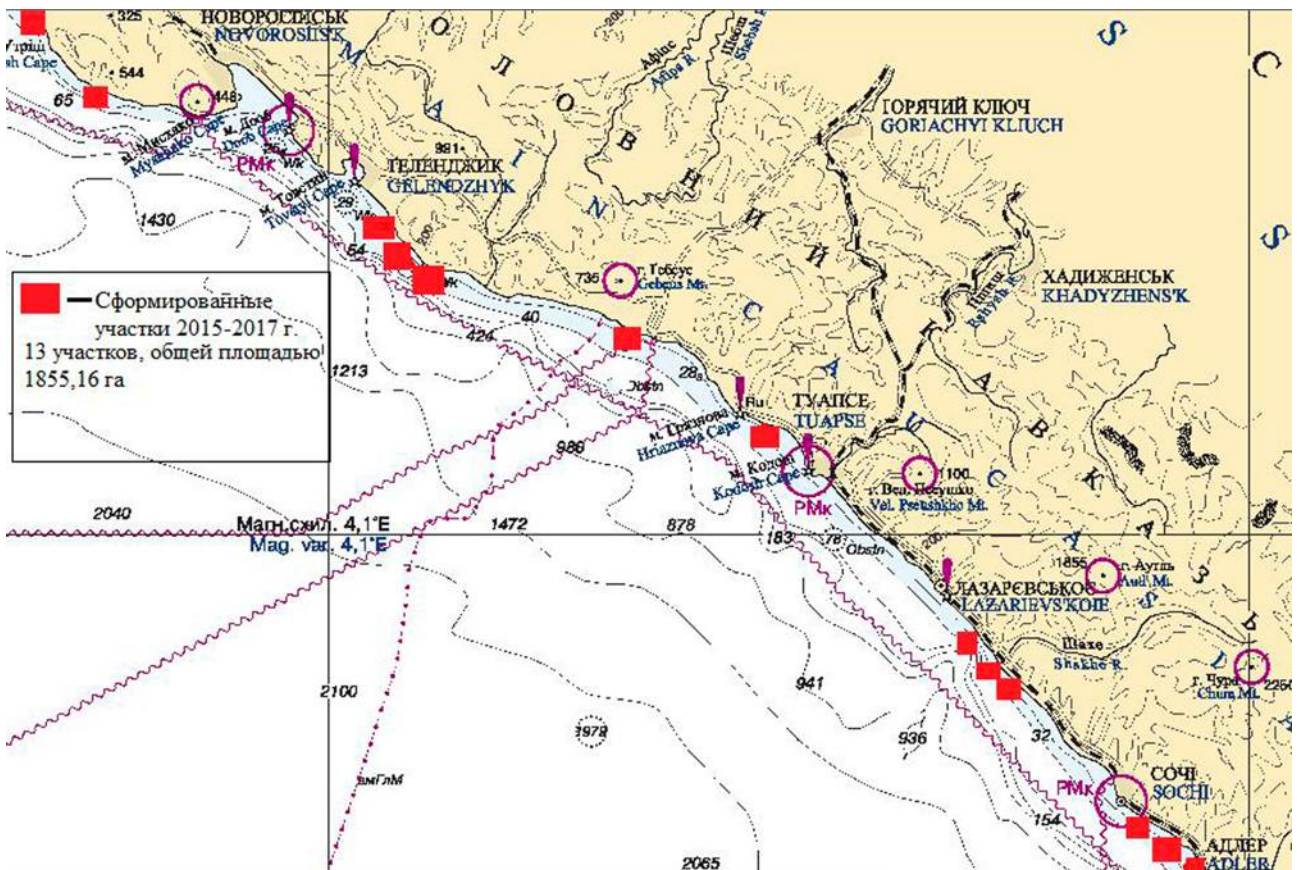


Рис. 2. Схема участков акваторий у берегов Кавказа, рекомендованных для проведения выращивания моллюсков

личинок мидий, оседающих на коллекторы в периоды их нереста.

Хозяйства могут различаться друг от дру-

га не только условиями акваторий и берега, но и объёмами выращивания, конструкциями используемых морских сооружений, типами

судов их обслуживающих, и видами технологических линий для обработки моллюсков.

Специалисты КФ «ЮгНИРО» рекомендуют для выращивания моллюсков создавать следующие типы хозяйств:

1. Подсобные участки (морские бригады) оздоровительных учреждений (домов отдыха, санаториев), расположенных у моря, с объёмами выращивания мидий и устриц (суммарно, ежегодно) — 50—60 т и выловленной рыбы — 15—20 т (для собственного потребления);

2. Отдельные хозяйства (любой формы собственности) с выращиванием, суммарно мидий и устриц, ежегодно — 320—360 т и вылавливанием рыбы — 50—60 т (для реализации выращенной и выловленной продукции — в живом виде);

3. Большое комплексное научно-производственное объединение (НП) с центральным хозяйством («Центром...», с объёмом выращивания моллюсков, до 500 т ежегодно) и с размещением вокруг него 10—18 сырьевых ферм (аналогичных п. 2), со строительством совместных береговых баз и коллективного порта (с наличием для каждой фермы — своего причала в воде и ангарного строения на земле), с совместным решением вопросов подвода дорог, электроэнергии, отвода канализации и решения других организационных и технических вопросов. А в «Центре...», для обеспечения эффективной деятельности всех ферм, создаются следующие участки:

- лаборатория мониторинга среды всех используемых районов акваторий;

- питомники для выращивания молоди рыб и моллюсков, с подращиванием их до товарных размеров в море (в том числе у фермеров);

- участок сбора, накопления, сохранения, подготовки и реализации живых моллюсков и рыб;

- комплексный цех переработки моллюсков и реализации продукции;

- водолазный центр (с возможностью оказания услуг фермерам);

- пункт аренды фермерами специальных судов;

- пункт получения консультаций и подготовки фермеров-мариведов;

- участок проведения практики студентов.

Кроме того, в «Центре...» для реализации продукции из гидробионтов организуется дегустационный зал (кафе) и магазин (для отдыхающих и туристов); санаторный комплекс с лечебно-профилактическим оздоровлением отдыхающих; музей марикультуры и гидробионтов Чёрного моря; участок проката судов для проведения любительской рыбалки и дайвинга (легководолазных погружений) в районе размещения коллекторов. Причём часть вырученных средств должна направляться на санитарно-профилактические и биомелиорационные мероприятия в эксплуатируемой акватории, экологическая обстановка в которой постоянно отслеживается и должна только улучшаться.

Для вышеуказанных видов хозяйств необходима разработка типовых проектов конструкторской документации (с дальнейшей их адаптацией для условий конкретных акваторий) для создания (изготовления, постройки) следующих основных частей морских ферм:

- морских гидробиотехнических сооружений (МГБТС) с разработкой схем их размещения в море и определения предварительных объёмов выращивания;

- обслуживающих судов с судовым оборудованием для выполнения всех видов морских работ, с определением количества и состава морских бригад (в т. ч. аквалангистов);

- береговой базы с участками переработки моллюсков и инфраструктурой, а также причальными сооружениями и необходимым количеством береговых работников.

Только после определения (разработки, выбора) всех частей этих составляющих возможно проведение экономических расчётов и разработка бизнес-планов с определением величины капитальных вложений (по всем составляющим), текущих годовых затрат (себестоимости по статьям) и других экономических показателей: прибыли, эффективности и времени окупаемости финансовых вложений.

В настоящий период приняты на федеральном и региональных уровнях программы развития марикультуры в Чёрном море у берегов России (Справочная информация... ,

2017; Возрождение рыбохозяйственной отрасли ... , 2014). В первую очередь будут создаваться хозяйства конхиокультуры — по выращиванию двусторчатых моллюсков (мидий и устриц). По состоянию на 2017 г., в Крыму продолжали работать 8 хозяйств (с суммарной площадью акваторий — 8 833,6 га) и ещё зарегистрированы (и уже начали работать) — 17 новых хозяйств (с общей площадью акваторий — 4 152,7 га). У берегов Кавказа (с начала 2000 гг.) работали — 4 хозяйства и сейчас ещё созданы — 9, с суммарной площадью занятых акваторий — 1 855,16 га. Таким образом, у берегов России в аренде уже находятся акватории, суммарной площадью 6 007,86 га. По планам (прописанным в договорах аренды акваторий) должны вырастить, в 2019 г. — 114 029,18 т гидробионтов (мидий, устриц и рыб), а к 2020 г. эти объёмы довести до 171 043,7 т (и это только 75 % от «минимального» объёма выращивания гидробионтов, прописанного в договорах аренды акваторий).

Однако следует особо отметить, что в договорах аренды акваторий, хозяйствам предписаны не обосновано большие объёмы выращивания. Например, в официальных документах аукциона, проводимого в 2016 г. в г. Ростове-на-Дону можно прочесть, что в акватории у побережья западного Крыма, площадью 244 га, предписывается выращивать ежегодно 9 265,0 т рыб и моллюсков (из них мидий — 640 т и устриц — 85,4 т, остальное — рыбы). При этом необходимо уже после трёх лет выращивать (не менее 50 % объёма от запланированного) 4 632,5 т, т. е. 18,98 г/га в год, а в дальнейшем увеличить объёмы выращивания до, не менее 75 %. Другой пример, в акватории оз. Донузлав, площадью 158,6 га вырастить 6 022,835 т, а через 3 года (50 %) — 3 011,41 т (те же 18,98 т/га в год).

Эти показатели являются большим негативным риском в создании хозяйств, и специалистам видно, что указанные объёмы выращивания завышены и практически невыполнимы. Сразу предлагается чрезмерная плотность размещения морских сооружений и гидробионтов в акватории, что не только замедлит их рост (не всем будет одинаково доступен корм), но и может привести к негатив-

ному экологическому состоянию акватории (из-за деструкции и окисления оседающих на грунт фекалий). При этом не учитываются, при размещении морских сооружений в море, наличие проходов между ними для обслуживающих судов. Такой риск нельзя сразу закладывать, особенно при создании нескольких новых хозяйств в одном районе. Известно, что сооружения, плотно установленные только на 1-м га площади акватории «загрязняют» 10 га прилегающих акваторий, особенно — по направлению течений (Временная инструкция ... , 1983). А с учётом 2-х летнего цикла выращивания моллюсков, означающего одновременное наличие в воде и молоди, и моллюсков товарного размера, в нашем примере —  $(640 + 85,4) \times 2 = 1450,8$  в год будет оседать и разноситься по дну — 435 т активно окисляющихся биоосадков (Золотницкий, 2006). А по договору, необходимо ещё предусмотреть площадь акватории для выращивания большого объёма рыб (8 540,6 т). Но видно, даже без учёта наличия рыб, объём выращиваемых моллюсков, с учётом заполнения даже всей площади (244 га) только одними моллюсками — завышен. Например, по результатам практических работ и разработки схемы размещения сооружений в Судакской бухте (рис. 3), с глубинами от 15 до 20 м и площадью 210 га, рекомендуется устанавливать 6 блоков, а для использования всей площади для выращивания моллюсков в нашем примере — 244 га, можно установить лишь 8 блоков (в блоке по 7,5 га) морских сооружений (Инструкции по культивированию мидий ... , 2006). В каждом блоке можно выращивать по 60 т (с 6 сооружений, типа СГЛ, урожайностью по 10 т с каждого сооружения, с несущей хребтиной 200 м и с 200 коллекторами, длиной по 5 м) с установкой СГЛ в блоках на расстоянии 40 м друг от друга. Со всей же площади акватории (244 га, без учёта рыб) можно ожидать 480 т моллюсков или ежегодно, только — 240 т. А в договоре прописано ежегодное выращивание (и только с части акватории) — 725,4 т. Это в 3 раза превышает расчётный объём (240 т) выращивания моллюсков со всей площади акватории (244 га). А по договору, надо ещё на этой же площади ежегодно выращивать 8 540,6 т рыб. И по рас-

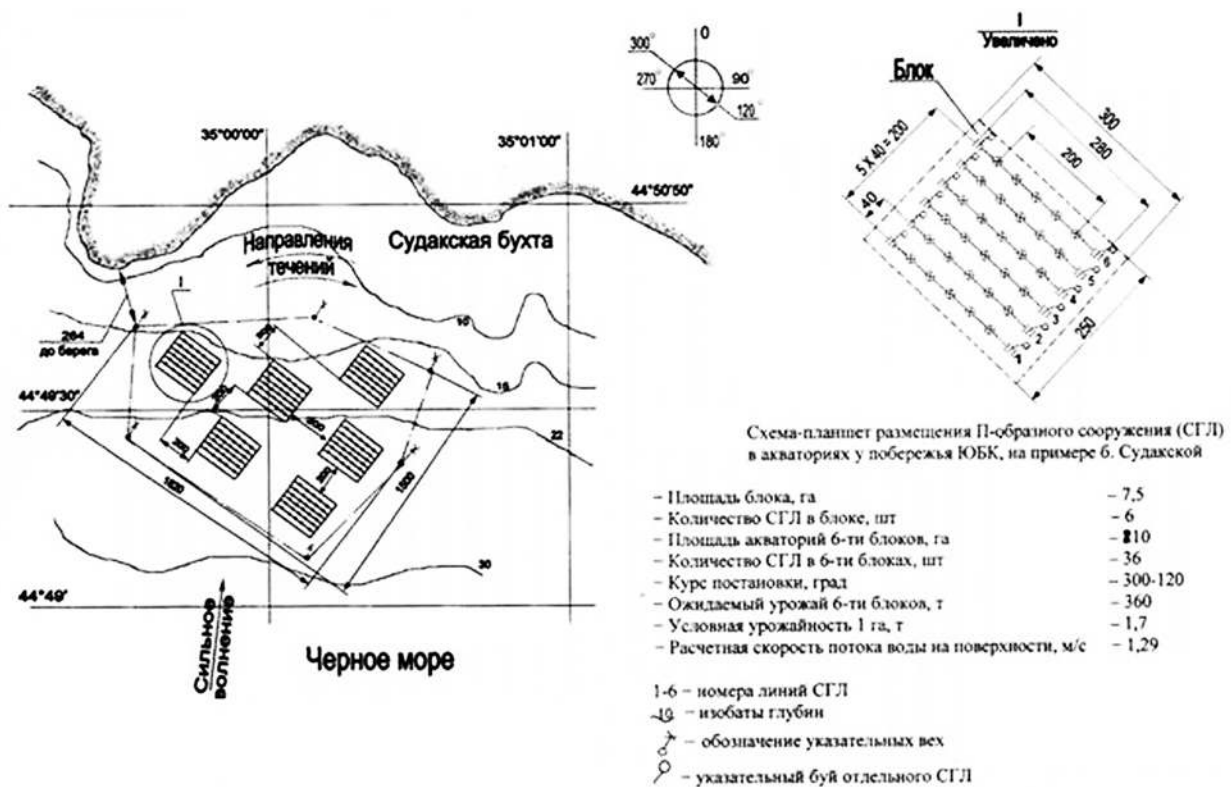


Рис. 3. Примерная схема размещения морских сооружений (типа СГЛ) в акватории Судацкой бухты

чётам для этого объёма рыб, необходимо 640 садков (объёмом — по 3 140 м<sup>3</sup>, каждый) и акватория для этого, площадью, более — 160 га. Это при очень плотном размещении садков (4 садка на 1 га) или при более свободном — 477 га (1 садок на 1 га) и конечно с учётом 3-х летнего цикла выращивания рыб. Таким образом для прописанных в договоре объёмов выращивания гидробионтов необходима акватория — 1 209 га [(244 × 3) + 477], почти в 5 раз большая, той которую выделили.

Необходимо, как можно быстрее устранить во всех уже принятых договорах такие превышения объёмов выращивания гидробионтов (со специалистами провести ревизию). Также необходимо принять решение о рассмотрении отвода акватории под выращивание гидробионтов только с наличием сопровождающих документов: научно-биологического обоснования (НБО) выращивания гидробионтов, пояснительной записки (ПЗ) проекта создания морской фермы и паспорта акватории (ПА). В этих документах должны быть представлены соответствующие расчёты и прописаны обоснованные объёмы выращивания гидробионтов (предоставлены схемы размещения, рекомендованных морских сооружений: садков рыбоводных и МГБТС

для конхиокультуры), а также установлены начальные условия среды в акватории (ПА), с рекомендациями по их систематическому мониторингу и проведению биомелиоративных мероприятий.

Договорными условиями предусмотрены периоды постепенного наращивания объёмов, за первый цикл выращивания (1,5—2,0 года) — 30 % от «минимально» возможных и прописанных в договоре объёмов, затем — 50 % и через 4 года — 100 %. Однако следует заметить, что обозначенные в договорах «минимальные» объёмы выращивания моллюсков уже сильно завышены и это является негативным фактором для фермеров. По предварительным данным к 2020 г. может быть выращено моллюсков в 3—5 раз меньше, чем ожидается в планируемых договорах. Не учитывается, что объёмы выращивания моллюсков в акваториях Чёрного моря, в первую очередь, зависят от конструктивных особенностей, используемых сооружений и плотности их размещения в акватории. Причём устанавливать их на дне рекомендуется блоками (в шахматном порядке), чередуя занятые коллекторами (с моллюсками) и свободные участки (рис. 3).

Например, на отдельной одной аквато-

рии, площадью около 300 га, на глубинах от 10 до 20 м, с использованием П-образного, гребенчатого, линейного сооружения, типа СГА, предлагается использовать предварительный норматив — 1,7 т/га в год. Для района с несколькими акваториями разных хозяйств (с учётом свободной воды, полосы шириной 500 м между акваториями) этот удельный показатель ещё снижается и уже может быть равен 0,7—0,8 т/га в год. Это означает, что, например, на акватории, площадью 5,0 тыс. га можно разместить 10 хозяйств (с площадями акваторий по 299 га в каждом) с учётом свободной воды между ними. Суммарный объем выращивания (с 5,0 тыс. га) составит 4 000 т или 400 т в каждом хозяйстве, ежегодно.

Хозяйства должны иметь все предварительные расчёты по созданию морских ферм и они могут заказать разработку соответствующих документов (НБО, ПЗ и ПА) в нашем научном учреждении, которое системно подходит к этой деятельности и может провести авторский надзор, а также нести ответственность за результаты выращивания гидробионтов. При таком подходе инвесторы снижают негативные риски выращивания и своевременно получают необходимые рекомендации.

В настоящий же период, для фермеров закладывается сразу большой риск, при отводе акватории и заключении договора её аренды. Пользователь получает в эксплуатацию не исследованную на настоящий период акваторию: не знает её чистоты, кормовой базы, наличия оседающих личинок мидий, состояния местных популяций мидий, температурного режима, сроков выращивания. И, если даже гидробиохимические исследования в этих акваториях ранее проводились (Ранжирование акваторий ... , 2017), это не означает гарантии эффективного выращивания моллюсков в настоящий период из-за отсутствия рекомендаций по созданию технико-технологической составляющей (типы МГБТС и судов, биотехнологические регламенты и нормативы), а также высокой динамичности (изменчивости) морской среды и наличия в прибрежных акваториях негативного влияния хозяйственной деятельности человека на берегу и в море.

По нашему мнению на аукцион должны выставляться акватории только при наличии

документации: НБО, ПЗ и ПА с обновлёнными данными. Для этого должны быть решены все вопросы финансирования проведения современных, комплексных исследований в акватории и разработки всех вышеперечисленных документов. А инвестор (фермер, пользователь), должен получать право эксплуатировать чистую и максимально подходящую акваторию. Отдельным пунктом в договоре может быть указано о последующем покрытии (государству) расходов на разработку этих документов из прибыли фермера, ожидаемой на 3—4-й годы.

Большое значение для эффективной деятельности хозяйства имеет выбор конструкции морского сооружения, в т. ч. типов мидийных коллекторов и устричных садков (эти сведения входят в содержание ПЗ). Только надёжность (высокая штормоустойчивость), технологичность обслуживания, стойкость материалов к морской воде обеспечивают надёжное получение урожая моллюсков, причём за несколько циклов выращивания (2—3-х, без поломок и аварийных ситуаций). В ПЗ описывают технологические регламенты изготовления и обслуживания конструкции морского сооружения. Причём, большое значение имеет прилагаемый предварительный расчёт штормоустойчивости (расчёт урожайности необходимых поплавков и массы удерживающих грузов), рекомендуемого варианта морского сооружения, который затем используется при его изготовлении.

На этапе опытного культивирования (с ежегодным объёмом не более 30 т), который необходимо обязательно планировать каждому начинающему хозяйству (на локальной площади акватории), можно испытать несколько типов рекомендуемых конструкций, чтобы выбрать самую оптимальную (для конкретных условий акватории и возможностей обслуживающего судна). В ходе этого этапа подбирается необходимое, наиболее оптимальное обслуживающее судно и судовое оборудование, создаётся береговая база. Работники обучаются, отрабатываются все технологические регламенты проведения морских и береговых работ, уточняются все бионормативы выращивания и пишутся соответствующие «Инструкции» (обязанности



и расстановка по рабочим местам, с безопасными способами работы и др.). Только после проведения опытного этапа большинство негативных рисков нивелируются или исчезают. Выбираются наиболее оптимальные морские сооружения (в т. ч. коллекторы и садки), подбирается судовое и береговое оборудование. После анализа результатов работы и уточняются экономические расчёты (стоимость капитальных вложений, расчёт себестоимости выращивания) и становится возможным приступить к увеличению объёмов выращивания. Только такой подход может обеспечить минимизацию экономических рисков и негативных факторов выращивания моллюсков. Каждый пункт пошагового плана создания морского хозяйства должен выполняться системно, с учётом сквозной технологии проведения всех регламентов и надёжного получения урожая моллюсков (Крючков, 2017).

Значимыми рисками, при создании морских хозяйств являются также следующие:

1. Отсутствие проектной конструкторской документации, с адаптацией их типовых проектов, на все три части хозяйства:

- на морские надёжные (штормоустойчивые) сооружения и инструкции по их эксплуатации;

- на специальные суда и судовое оборудование (с возможностью их регистрации);

- на береговую базу (постройки производственные и бытовые, дороги, подводки электроэнергии и воды, отвод канализации) и технологические линии по обработке моллюсков.

2. Не налажена эффективная работа по отводу акваторий. Акватории отводятся без разработки научно-биологического обоснования (НБО) выращивания моллюсков, без конкретных рекомендаций (в пояснительной записке, ПЗ) по использованию комплекса технических средств и состояния акватории, прописанного в паспорте (ПА); не даются рекомендации по проведению мониторинга состояния акватории и выращенных моллюсков.

3. Договор об аренде акватории заключается, с заведомо высокими объёмами выращивания, без учёта этапа опытного выра-

живания, а при не выполнении фермером договорных условий, закладывается риск расторжения договора.

4. Не решается (организованно совместно с отводом акватории) отвод земельного участка на берегу моря.

5. Нет соответствующих производств (и магазинов), где можно приобрести необходимый комплекс технических средств (поплавки разных плавучестей, мидийные коллекторы, устричные садки, части соединений, технологическое оборудование для обработки моллюсков и др.), что заставляет фермера самостоятельно их приобретать за рубежом или кустарно изготавливать и это приводит к негативным результатам: большим капитальным вложениям и повышению себестоимости продукции.

6. К рискам и негативным факторам, также можно отнести и следующее:

- очень опасны зимние шторма в море и климатические «сюрпризы» с высокой летом и низкой зимой температурой воды в море, которые приводят к серьёзным потерям урожая гидробионтов;

- много опасности подстерегает из-за болезней, паразитов, внезапных (аварийных) загрязнений воды и иногда просто не достаточной кормовой базой в акватории (её предварительно не изучают, объёмы выращивания с ней не сопоставляют, т. к. НБО представлять не требуется), необходимо в хозяйстве содержать специалиста и систематически контролировать параметры воды и состояние моллюсков;

- трудности возникают при реализации выращенных мидий и устриц, свежие моллюски надо довести до рынка (продавца) и в короткие сроки продать, а на иную пищевую продукцию необходимо иметь соответствующие технологические инструкции и условия (ТИ и ТУ), получать сертификаты качества продукции (анализы каждой партии в лаборатории) и ветеринарное свидетельство (систематическая проверка цехов на соответствие нормативам), а при случаях массовых отравлений наступает уголовная ответственность. Предлагается реализацию фермерской продукции проводить через подготовленные для этого базы-склады для сбора и реализации

гидробионтов в «Центрах ...».

В настоящее время рыбное хозяйство во всём своём многообразии практических вопросов и реализации всех направлений (добыча, выращивание, суда, холодильники, транспорт, реализация) сейчас возрождается (Талабаева, 2017) и такой же серьёзный, комплексный подход должен быть применён при создании морских хозяйств по культивированию гидробионтов.

Следует заметить, что этот вид деятельности (создание хозяйств конхиокультуры) за рубежом (в Европе, Азии, Африке и Америке) эффективен и пользуется успехом, несмотря на наличие ещё больших рисков. Создание морских хозяйств, проводится с серьёзной поддержкой федеральных органов власти, т. к. создание пищевой безопасности населения — одна из приоритетных задач государств.

### Литература

- Возрождение рыбохозяйственной отрасли Крыма. Основные направления и задачи научно-технического обеспечения / Е.П. Губанов [и др.] // Рыбное хозяйство. 2014. № 4. С. 15—18.
- Временная инструкция по выращиванию мидий у берегов Крыма / А.В. Супрунович [и др.]. М.: ВНИРО, 1983.
- Золотницкий А.П.** Биологические основы культивирования промысловых двусторчатых моллюсков (*Bivalvia*, *Myltiliformes*) в Чёрном море: дис. ... д-р биол. наук. Керчь: ЮгНИРО, 2004.
- Золотницкий А.П., Крючков В.Г.** О возможных экологических последствиях крупномасштабного культивирования мидий в шельфовой зоне Чёрного моря // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна: материалы II Междунар. конф. Керчь: ЮгНИРО, 2006. С. 53—64.
- Инструкции по культивированию мидий для различных районов Чёрного моря: Керченского пролива, акваторий у южного побережья Крыма, оз. Донузлав, Тендровского залива / В.Г. Крючков [и др.]: отчёт о НИР Р-6366, № ГР 0105U0073327. Керчь: ЮгНИРО, 2006.
- Крючков В.Г.** Создание хозяйств марикультуры в прибрежных акваториях Чёрного моря // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане / Тр. ЮгНИРО. Керчь: ЮгНИРО, 2011. Т. 49. С. 47—58.
- Крючков В.Г.** Хозяйства по выращиванию моллюсков в Чёрном море // Рыбная сфера (Рыба). СПб., 2017. № 2 (19). С. 28—34.
- Ранжирование акваторий при организации хозяйств марикультуры в Чёрном море / Д.Ф. Афанасьев [и др.]. Ростов н/Д: ФГБНУ «АзНИИРХ», 2017.
- Справочная информация о развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017.
- Талабаева Л.** Рыба — это федеральный ресурс // Русская рыба, вчера, сегодня, завтра. М.: ФГБНУ ЦУРЭН, 2017. № 4. С. 10—15.
- Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В.** Выращивание мидий и устриц в Чёрном море: монография / Национальная академия наук Украины. Институт биологии южных морей им. Ковалевского А.О. Севастополь, 2010.

УДК 639.3.07

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В РАЗНОТИПНЫХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ**Л.Б. Кушникова<sup>1</sup>, С.М. Ануарбеков<sup>1</sup>, Н.С. Бадрызлова<sup>2</sup><sup>1</sup>Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Усть-Каменогорск, Казахстан<sup>2</sup>ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Алматы, Казахстан

E-mail: lbk249157@mail.ru

Аквакультура является одной из самых быстрорастущих отраслей пищевого производства в мире. В связи с остановкой роста промысловых уловов и растущим спросом на рыбу и рыбопродукты можно предполагать, что аквакультура увеличит свой вклад в мировое производство водных продуктов питания и укрепит свою роль в обеспечении населения продовольствием. В пресных водах доминирующим объектом её в Западной Европе, Америке является радужная форель. Возросший интерес к разведению и выращиванию этого вида рыб не случаен. Форель имеет высокий темп роста и хорошие вкусовые качества. Выращивание форели экономически выгодно, поскольку её мясо и икра относятся к деликатесной продукции.

В нашей стране форелеводство составляет незначительную часть в общем объёме производства рыбы. Между тем, объёмы производства и ассортимент деликатесной продукции из этой рыбы могут быть значительно увеличены за счёт развития индустриального её выращивания в садковых и бассейновых хозяйствах.

Природно-климатические условия Восточного Казахстана позволяют проводить работы по индустриальному рыбоводству. Восточно-Казахстанская область обладает обширным водным фондом и большинство водоёмов являются рыбохозяйственными.

Дальнейшее развитие выращивания товарной продукции радужной форели будет определяться не только экологически и экономическими возможностями, а в большей степени наличием и качеством посадочного материала радужной форели. Значительное его количество в настоящее время приобретает у зарубежных поставщиков, что в первую очередь создаёт сложности экономического характера. Поэтому актуальна и

требует решения проблема получения посадочного материала самим из оплодотворённой икры и подращивания до необходимых размеров.

Целью нашего исследования было определение эффективности выращивания посадочного материала радужной форели в разнотипных индустриальных хозяйствах, в частности в бассейнах и в садках.

Цель работы определила следующие задачи исследований:

1. Изучить особенности условий выращивания (гидрологический и гидрохимический режим) посадочного материала радужной форели в бассейнах на базе ТОО «Шыгыс Универсал» и в садках на базе ТОО «Гранд-Фиш».

2. Провести инкубацию икры от стадии «глазка» на базе ТОО «Шыгыс Универсал» и подрастить малька до массы  $3,7 \pm 0,64$  г.

3. Определить эффективность выращивания посадочного материала радужной форели в бассейнах и садках.

**Материал и методы**

Материалом для написания данной статьи послужили результаты исследований 2017 г. по выращиванию посадочного материала радужной форели в бассейнах (ТОО «Шыгыс Универсал») и в садках (ТОО «Гранд-Фиш»), установленных в Восточно-Казахстанской области на Усть-Каменогорском водохранилище (залив Ермаковский). Объектом исследования была молодь радужной форели с начальной средней массой  $3,7 \pm 0,64$  г. Определение морфометрических показателей выращиваемых гидробионтов осуществлялось согласно методикам проведения полного биологического анализа рыб (Правдин, 1966). Для контроля условий выращивания рыб еженедельно определяли следующие показатели воды: температуру, рН, содержание кислорода,

азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный. В проточных бассейнах гидрохимические показатели регистрировали на притоке и вытекании воды из бассейна, а в Ермаковском заливе на входе в залив и в районе установки садковой линии. Ежемесячно проводили общий гидрохимический анализ воды на наличие загрязняющих веществ (Резников, 1970).

Для инкубации икры использовали вертикальный профессиональный инкубатор. Подача воды проводилась из артезианской скважины (3 л/мин). Вертикальная конструкция инкубационного аппарата, позволяет имитировать естественные условия инкубации икры лососёвых рыб в восходящих токах воды, как в нерестовых гнёздах, даёт возможность значительно снизить отход икры, расход воды и производственную площадь.

После выклева и стадии покоя, когда личинки перешли к активному плаванию и питанию внешним кормом их перевели в мальковые бассейны, сделанные из прочного стеклопластика со следующими параметрами — 5,0 × 0,8 × 0,8 м. Прямоточные бассейны располагались попарно. Расход воды — 0,2 л/с на 1 тыс. личинок. По достижении молодью рыбы средней массы 3,7 ± 0,64 г она была разделена на 2 партии для выращивания в разных условиях.

Одну партию пересадили в проточный бетонный бассейн на базе ТОО «Шыгыс Уни-

версал». Параметры бассейна: длина — 37,0 м; ширина — 7,5 м; высота — 2,0, наполнение водой на 1,0 м.

Вторую партию перевезли и поместили в садки установленные на Усть-Каменогорском водохранилище (залив Ермаковский) на базе ТОО «ГрандФиш».

Усть-Каменогорское водохранилище создано в 1952 г. в целях развития энергетики, водного транспорта и водоснабжения. Водоём занимает межгорную долину каньонного типа протяжённостью 71 км и площадью 37 км<sup>2</sup>. Наибольшая ширина 1 200 м. Водоохранилище глубоководное, средняя глубина при полном проектном наполнении составляет 17 м, максимальная в зоне подпора у плотины до 46 м. По своей конфигурации водохранилище мало, чем отличается от расширенного русла бытового Берега водоёма сложены скальными породами, обрывистые, литораль в водохранилище почти полностью отсутствует. Заливы глубоководные и сосредоточены в устьях впадающих горных рек Ермаковка, Таловка, Феклистовка и наиболее пригодны для организации садковых хозяйств. На мелководье в заливах хорошо развиты прибрежные макрофиты (рдест кудреватый, уруть, рдест). Климат района резко континентальный с большими суточными и сезонными амплитудами колебания воздуха.

Усть-Каменогорское водохранилище

Таблица 1

Характеристика основных стадий развития радужной форели в хозяйстве ТОО «Шыгыс Универсал»

Стадии	Дата	Градусодни стадии	Общее кол-во градусодней	Отход, %	Средняя масса, мг	Средняя температура за период, °С
Стадия глазка	24.02.17.	232	232	6,5		7,8
Выклев	06—08.03.17	135	320			
Стадия (выдерживания)	08—21.03.17	117	437	5,3		
Стадия (подращивания)	21.03.17 — 21.04.17	246	683	3,1	350	8,1
Стадия выращивания малька	21.04 — 16.05.17	208	891	1,2	600	8,3
	17.05.17 — 06.06.17	166	1057	0,9	1400	7,9
	06.06.17 — 21.06.17	136	1193	6,3	3100	8,5

Таблица 2

Химический состав воды поступающей и вытекающей из бассейнов 2017 г.

Показатели	Ед. измерения	Нормативные показатели	Поступающая вода	Вытекающая вода
Растворённый O <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	не менее 9	10,1 ± 1,6	7,5 ± 0,9
pH	ед.	6,5—8,5	7,71 ± 0,65	7,32 ± 0,15
NH <sup>4+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,04 ± 0,03	0,24 ± 0,11
NO <sup>2-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,007 ± 0,002	0,006 ± 0,008
NO <sup>3-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	до 10	0,5 ± 0,1	0,4 ± 0,3

глубоководное, холодноводное и характеризуется большой проточностью. Уровень водохранилища зависит от режима работы 2-х ГЭС и даже в течение одних суток, его колебания достигают 1,0—1,5 м (Гелдыева, 1978)

### Результаты и обсуждение

Первый этап выращивания посадочного материала заключался в инкубации икры от стадии «глазка» до стадии малька со средней массой 3,7 ± 0,64 г (см. табл. 1)

В связи с тем, что источником водоснабжения инкубационного цеха является артезианская вода, температура воды в течение всего периода исследования была довольно стабильна и варьировала в интервале 7,5—8,3 °С, а концентрация кислорода в воде от 8,4 до 11,7 мг/дм<sup>3</sup>. Данные показатели являются оптимальными для развития и роста радужной форели в данный период (Рыжков, 1984).

На втором этапе молодь выращивали в различных гидрологических условиях.

В проточный бассейн подача воды осуществлялась непосредственно из р. Ертис. Объём подаваемой воды равен 15 м<sup>3</sup>/ч. Бассейн расположен ниже плотины Усть-Каменогорской ГЭС и воды поступающая из нижнего бьефа, даже в летние месяцы не поднималась выше 11 °С. По результатам гидрохимических исследований вода на вытоке

из бассейна закономерно характеризовалась снижением значений pH, содержания кислорода и увеличением концентрации азота аммонийного (табл. 2). Однако существующий режим водообмена, обеспечивал своевременное удаление загрязняющих веществ из бассейна. Превышение нормативных значений по другим гидрохимическим показателям не зарегистрировано (Цуладзе, 1990).

В период исследований в 2017 г, гидролого-гидрохимический режим Усть-Каменогорского водохранилища в районе установки садков был нестабилен, однако это не отразилось на условиях выращивания радужной форели. В условиях глубоководного Усть-Каменогорского водохранилища (Ермаковский залив) глубины погружения садков (5 м) хватило, чтобы нивелировать падение уровня воды при сработке водохранилища. Холодноводность водоёма обеспечивала благоприятные условия для выращивания радужной форели. Максимальные температуры зарегистрированные в летний месяцы составили 16—18 °С (Александров, 2005).

В 2017 г. за время проведения рыбоводных работ основные гидрохимические показатели воды соответствовали требованиям, предъявляемым к качеству воды при выращивании радужной форели (табл. 3)

Таблица 3

Химический состав воды рыбоводных объектов на Ермаковском заливе в 2017 г.

Показатели	Ед. измерения	Нормативные показатели	Вход в залив		У садковой линии	
			поверхностная	глубинная	поверхностная	глубинная
Растворённый O <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	не менее 9	10,4	9,0	9,1	8,9
pH	ед.	6,5—8,5	8,2	8,1	7,9	7,9
NH <sup>4+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,49	0,50	0,47	0,48
NO <sup>2-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,04	0,03	0,03	0,03
NO <sup>3-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	до 10	4,37	3,81	2,92	3,75

Таблица 4

Показатели	Садки	Бассейны
Продолжительность выращивания, сутки	61	61
Плотность посадки, шт./ м <sup>3</sup>	100	100
Начальная масса, г ( $x \pm m$ )	$3,7 \pm 0,64$	$3,7 \pm 0,64$
Конечная масса, г ( $x \pm m$ )	$31,8 \pm 0,32$	$17,5 \pm 0,55$
Абсолютный прирост, г	28,1	13,8
Среднесуточный прирост, мг	460	215

Таким образом, гидролого-гидрохимические показатели условий выращивания посадочного материала в бассейне и садках были благоприятные.

Однако необходимо отметить, что в бассейне за два месяца проведения эксперимента общее количество градусо-дней составило 671, а в Ермаковском заливе 915. Как известно на разных этапах развития требования к температуре воды у радужной форели значительно отличаются. Видимо температурный фактор стал определяющим при увеличении биомассы посадочного материала радужной форели выращенной в разных условиях (Зарубин А.В.). При стабильно низкой (для этого периода развития рыбы) температуре темпы роста рыбы снизились и стали отставать от темпов роста рыбы в садках, где в летнее время происходил закономерный рост температуры воды.

Плотность посадки, условия кормления посадочного материала в обеих экспериментальных группах были одинаковыми.

В условиях бассейна прирост биомассы проходил равномерно в течение всего периода выращивания. При садковом выращивании в первые две недели выращивания прирост массы тела был минимальный и от началь-

но составил 2,8 г. Далее нарастание размерно-весовых показателей проходило более интенсивно и начиная со второй половины июня среднесуточный прирост был 520 мг.

По результатам двухмесячного выращивания было установлено, что в бассейне абсолютный прирост составил 28,1 г, а в садках только 13,8 г (табл. 4)

При анализе эффективности выращивания рыбопосадочного материала необходимо учитывать, не только прирост биомассы, но и жизнеспособность рыбы. О жизнеспособности судят по величине погибших особей. За весь период выращивания рыбопосадочного материала количество погибшей молоди, как в бассейне, так и в садках особей не превышало норму (табл. 5).

Наибольшее количество погибших особей было отмечено в июне, при транспортировке и пересадки посадочного материала в садки — 8,5 %. Среди погибших особей основную массу составляли травмированные и более мелкие.

### Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований по выращиванию посадочного материала радужной форели в различных условиях индустриального рыбоводства,

Таблица 5

Количество погибших особей в процессе выращивания рыбопосадочного материала радужной форели в хозяйстве ТОО «Шыгыс Универсал» и ТОО «Гранд Фиш»

Показатели	Март	Апрель	Май	Июнь	При транспортировке и пересадке	Июль	Август
Масса молоди (бассейны), г	0,4	0,6	1,4	3,1	$3,7 \pm 0,64$	$7,9 \pm 0,64$	$17,5 \pm 0,55$
Отход (бассейны), %	3,1	1,2	1,9	6,3	0,3	0,2	0,2
Масса молоди (садки), г	0,4	0,6	1,4	3,1	$3,7 \pm 0,64$	$10,1 \pm 1,76$	$31,8 \pm 0,32$
Отход (садки), %	3,1	1,2	1,9	6,3	8,5	0,7	0,4

для Восточного Казахстана, было установлено следующее:

1. Природно-климатические, гидролого-гидрохимические условия Усть-Каменогорского водохранилища являются благоприятными для индустриального выращивания посадочного материала радужной форели.

2. Молодь менее 5 г плохо переносит транспортировку и акклиматизацию в условиях естественного водоёма. Наиболее оптимальный вариант это инкубация молоди из икры и подращивания её до 5 г в непосредственной близости от инкубационного цеха в бассейнах.

3. При выращивании в садках на Усть-Каменогорском водохранилище биомасса

радужной форели увеличивается в 2 раза быстрее, чем при выращивании в проточных бассейнах, а основным лимитирующим фактором является температура воды. В связи с этим более эффективным считаем садковое выращивание посадочного материала в водохранилище. Использование воды р. Ертис для водоснабжения бассейнов не рационально, из-за стабильно низких температур воды.

4. Результаты исследований могут быть применены на садковых рыбоводных хозяйствах Востоно-Казахстанской области на водоёмах со сходными природно-климатическими и гидрохимическими характеристиками.

### Литература

**Александров С.Н.** Садковое рыбоводство. М.: АСТ, 2005.

**Зарубин А.В., Крюков В.И.** Влияние температуры на темп роста радужной форели при садковом выращивании // Вопросы развития животноводства России: тез. докл. конф. молодых учёных и специалистов. Орёл, 2005. С. 13—15.

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть, 1966.

Природные условия и естественные ресурсы Восточного Казахстана / Г.В. Гелдыева [и др.]; отв. ред. Г.А. Токмагамбетов. Алма-Ата: Наука, 1978.

**Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю.** Методы анализа природных вод. М.: Недра, 1970.

**Рыжков Л.П.** Основные морфофизиологические закономерности раннего онтогенеза пресноводных рыб // Биологические основы рыбоводства. М.: Наука, 1984. С. 6—27

**Цуладзе В.А.** Бассейновый метод выращивания лососёвых рыб: на примере радужной форели. М.: Агропромиздат, 1990.

УДК 639.3.:575.224

### МУТУАЛИЗМ В АКВАПОННЫХ СИСТЕМАХ

Ю.Б. Львов, Н.Ю. Корягина

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение ВНИИ ирригационного рыбоводства, пос. Воровского Московской области, Россия*

E-mail: fish-vniir@mail.ru

Совершенствование технологий производства сельскохозяйственной продукции, вызванное стремлением к получению экологически чистых продуктов питания с минимальными затратами ресурсной базы, вызвало необходимость использования интеграции технологий различных производств. То есть, от стимулирования различными методами монокультурных производств, приведших в

свое время к «Зелёной революции» и давших в то время большой положительный эффект, сегодня мы вынуждены, для обеспечения нового экономического рывка, возвращаться к технологиям более соответствующим природным процессам. Данный эволюционный процесс в сфере развития сельскохозяйственного производства продуктов питания полностью соответствует экологическому закону,

сформулированному Барри Коммонером — «природа знает лучше» (Коммонер, 1974).

Одним из примеров интеграции производств в рыбоводстве является аквапоника. Аквапоника сочетает в себе аквакультуру — выращивание водных животных и гидропонике — выращивание растений без почвы, на основе принципов взаимовыгодного влияния — мутуализма, в закрытых рециркуляционных системах (Lovea, Uhl, Genello, 2015). Характерной особенностью данного производства является комплексное использование аллохтонных биогенных веществ, поступающих в систему в виде корма для рыб и трансформирующихся в процессе прохождения по трофической цепи в удобрения для растений. Организмы, входящие в состав аквапонной системы, образуют между собой сильнейшие положительные симбиотические связи, не ограниченные только трофическим уровнем, но и обеспечивающие условия среды существования другим симбионтам. Аквапоника является реальным примером мутуализма в искусственно созданных биологических системах.

Как и большинство искусственных биологических систем — аквапонные системы относительно просты и в связи с этим малоустойчивы. Из равновесного состояния эти системы выводятся в результате незначительного воздействия и для поддержания баланса и управления системой необходимо достаточно чётко представлять процессы, которые происходят в аквапонных установках во время их функционирования.

В связи с выше сказанным, **целью**, на данном этапе работы, было формальное выражение условий функционирования аквапонной системы. Для достижения поставленной цели нам предстояло решить следующие **задачи**: *определить необходимые биологические элементы аквапонной системы, и формализовать процесс преобразование аллохтонного вещества в аквапонной системе.*

Работа проводилась на опытно-экспериментальной базе института. Информационные материалы были получены в результате проведения экспериментальных работ на пилотной аквапонной установке, предназначенной для дачников, имеющих небольшие уча-

стки и возможность их посещения не реже одного раза в неделю (Львов, 2015). Кроме того, информационные материалы получали из сети интернет и в библиотеках.

### **Необходимые биологические элементы аквапонной системы.**

Под необходимыми биологическими элементами аквапонной системы подразумеваются только живые организмы, обеспечивающие в системе её стабильное функционирование.

В аквапонной системе два биологических элемента неотъемлемо существуют по условиям технологии, это рыбы и растения. Однако прямой связи между этими организмами быть не может. Рыбы, как гетеротрофы, используют для питания и выделяют в окружающую среду только органическое вещество, а растения, как автотрофы, могут использовать только минеральные вещества. Кроме того, рыбы и растения, в аквапонной установке разделены территориально. Соответственно, для формирования материально-энергетического потока между рыбами и растениями необходимы организмы, обеспечивающие минерализацию органического вещества. Эту функцию выполняют различные микроорганизмы, именуемые в экологии редуценты. Основную роль в деструкции органического вещества играют сапрофитные гетеротрофные аэробные бактерии, которые разрушают органику до углекислого газа воды и аммиака (Гудков, 2002). Однако аммиак и ионы аммония очень токсичны и, следовательно, их накопление в культивационной среде опасно для существования, как рыб, так и растений. Нитрифицирующие бактерии окисляют азот аммонийных соединений сначала до нитритов, а потом до нитратов. Этот процесс называется нитрификацией и является конечной стадией минерализации азотсодержащих органических веществ. Таким образом, в аквапонных системах, как минимум должно существовать три биологических элемента — рыба, растения и гетеротрофные и нитрифицирующие бактерии (мы рассматриваем бактерии как единый биологический элемент).

### **Формализация процесса преобразования аллохтонного вещества.**

Корма для рыб поступают в систему



аквапоники в количестве, обеспечивающем потребность рыб для их максимального прироста (1):

$$P = \Delta M \times K_k, \quad (1)$$

где  $\Delta M$  — прирост по массе;  $P$  — количество корма;  $K_k$  — кормовой коэффициент корма.

Часть этого корма усваивается рыбой и расходуется на её прирост и обменные процессы (2):

$$\Delta M = П + T, \quad (2)$$

где  $П$  — количество вещества корма, усвоенного рыбами, идущий на увеличение массы (прирост);  $T$  — траты вещества корма на обмен.

Остальная часть вносимого корма, а также продукты жизнедеятельности рыб создают загрязнение культивационной среды (3):

$$З = P - П - T = P - \Delta M, \quad (3)$$

где  $З$  — аллохтонное загрязнение воды.

Загрязняющее вещество по своей физической и химической природе не однородно, его можно, условно, разделить на легко и трудно растворимые или соответственно окисляемые вещества (4):

$$З = T\theta + L\theta, \quad (4)$$

где  $T\theta$  — тяжело окисляемые вещества (удаляются физической фильтрацией);  $L\theta$  — легко окисляемые вещества (удаляются биофильтрацией).

В характеристике любого комбикорма существует такой параметр как процент не переваримой энергии от общей энергии корма, что, по нашему мнению, очень близко по значению к соответствующей доли тяжело окисляемых веществ согласно формулам (5) и (6):

$$T\theta = P \times \mathcal{E}m : 100, \quad (5)$$

$$L\theta = P - \Delta M - T\theta. \quad (6)$$

В процессе очищения воды, тяжело окисляемые вещества удаляются в процес-

се физической фильтрации, а легко окисляемые вещества подвергаются биологическому окислению при этом их концентрацию можно выразить через количество кислорода необходимого для их полного окисления (биологическое потребление кислорода БПК<sub>полн</sub>) (7):

$$L\theta \times C_o = L_{en}, \quad (7)$$

где  $C_o$  — количество кислорода необходимое для окисления 1 г  $L\theta$  растворённого в культивационной среде;  $L_{en}$  — БПК<sub>полн</sub> поступающего вещества, растворённого в литре культивационной среды, мгО<sub>2</sub>/л.

$L_{en}$  — зависит от состава  $L\theta$  и интенсивности его поступления (интенсивности кормления рыбы), соответственно формуле (8):

$$L_{en} = (C_n \times K_n + C_{ж} \times K_{ж} + C_y \times K_y) : V, \quad (8)$$

где  $C_n$ ,  $C_{ж}$ ,  $C_y$  — количество протеина, жиров и углеводов в составе комбикорма, г;  $K_n$ ,  $K_{ж}$ ,  $K_y$  — количество кислорода необходимого для полного окисления 1 г протеина, жиров и углеводов (1,748, 2,669 и 1,25 соответственно), г О<sub>2</sub>;  $V$  — объём воды в рыбоводной ёмкости.

Скорость окисления поступающих загрязняющих веществ зависит от количества активного ила, его качества который можно выразить через зольность и продолжительности контакта загрязняющих веществ с активным илом в присутствии достаточного количества кислорода (9):

$$\rho = (L_{en} - L_{ex}) : [a_i (1 - s) t_{at}], \quad (9)$$

где  $\rho$  — удельная скорость окисления загрязнений — масса органических веществ, окисляемых 1 г беззольного вещества активного ила за 1 ч;  $a_i$  — доза активного ила;  $L_{ex}$  — БПК<sub>полн</sub> очищаемой воды (культивационной среды) на выходе, мг/л;  $s$  — зольность активного ила, доли;  $t_{at}$  — длительность аэрации, ч.

Баланс вещественно-энергетического потока в аквапонных системах наступает при условии, если скорость окисления загрязняющих веществ равна скорости их поступления в систему или скорость поступления аллохтонного загрязнения должна быть равна удель-

ной скорости окисления загрязнений (10):

$$\Delta\beta/t = \rho, \quad (10)$$

где  $\Delta\beta/t$  — скорость поступления аллохтонного загрязнения.

Таким образом, максимальный эффект от положительных симбиотических связей — мутуализма, сформированного в искусственной биологической системе можно достичь только при условии, когда количественный состав биологических элементов системы будет обеспечивать максимальный вещественно-энергетический баланс. Соответственно, рыбы должны быть накормлены, растения удобрены, а микробы активны и все эти организмы должны быть именно в таком количестве которое обеспечивает экологический баланс аквапонной системы.

Представленная формализация процес-

са преобразования аллохтонного вещества даёт возможность осуществить предварительные расчёты количественного состава биологических элементов аквапонной системы.

Формулы 1 и 2 позволяют рассчитать необходимое количество рыб и комбикорма для них.

Зная химический состав используемого корма, на основании формул 5 и 6, можно произвести расчёты количества разных видов растений в зависимости от их потребностей в биогенных веществах.

Исходя из формулы 9, можно произвести расчёты аэротенка или биофильтра.

Кроме того, основываясь на формулах 7 и 8, можно определить требуемую мощность аэрационной системы, а используя формулы 4 и 5 можно рассчитать необходимую производительность физического фильтра.

### Литература

Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учеб. пособие. Вологда: ВоГТУ, 2002.

Коммонер Б. Замыкающийся круг. М.: Гидрометеиздат, 1974.

Львов Ю.Б. Концепция использования технологических приёмов индустриального рыбобоводства для выращивания рыбы на фермерском подворье // Аквакультура сегодня: материалы науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 4 февраля 2015 г.). М.: Изд-во «Перо», 2015. С. 154—161.

Lovea D.C., Uhl M.S., Genello L. Energy and water use of a small-scale raft aquaponics system in Baltimore, Maryland, United States // Aquacultural Engineering. 2015. Vol. 68. P. 19—27.

УДК 639.311, 639.3.043.2: 579.243

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ШТАММОВ *BACILLUS* В АКВАКУЛЬТУРЕ ЮЖНОГО РЕГИОНА

М.А. Морозова<sup>1</sup>, С.Н. Попова<sup>2</sup>, Н.А. Абросимова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г. Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия  
E-mail: morozova.q@mail.ru

В настоящее время находят применение пробиотические препараты на основе спорообразующих бактерий р. *Bacillus* как в медицине, ветеринарии, так и в аквакультуре. Несмотря на то, что бациллы не являются представителями облигатной микрофлоры организма, они частично выполняют функции сходные с препаратами из нормальной флоры. Способность спорообразующих бактерий оказывать пробиотическое действие приве-

ла к разработкам на их основе препаратов, отнесённых к поколению так называемых «самоэлиминирующихся антагонистов». Их отличает высокий и разнообразный спектр биологической активности, способность продуцировать ряд ферментов, лизирующих крахмал, пектины, целлюлозу, жиры, белки, различные аминокислоты и антибиотики. Часто бациллы обладают явным антагонизмом к патогенным и условнопатогенным

микроорганизмам (Влияние комплексного пробиотика ... , 1995; Мазанкова, Лыкова, 2004; Sharp, Scawen, Atkinson, 1989).

На сегодняшний день в России на основе штаммов *Bacillus* производится около 25 наименований препаратов, включая биодобавки и биомази (Похиленко, Перельгин, 2007). Известно значительное число монокомпонентных пробиотиков (Бактиспорин, Ветом 1.1, ВетКор, Витаспорин, Моноспорин, Споробактерин, Споровит, Субалин) в составе которых один вид — *Bacillus subtilis*. В крупных рыбоводных прудовых хозяйствах Московской и Ростовской областей, садковых форелевых хозяйствах Карелии, в осетровых хозяйствах Московской, Волгоградской и Тверской областей успешно применяется препарат «Субалин» (Суб-Про). Его эффективность показана в борьбе с бактериальными болезнями рыб (Борисова, Новоскольцева, Иренков, 2000; Юхименко, Койдан, Бычкова, 2000).

Научно-исследовательские опыты, проведённые в карповом хозяйстве Ростовской области, позволили выявить перспективность применения пробиотической добавки на основе *Bacillus subtilis* В1895 при воспроизводстве шемаи. Использование 0,1 % пробиотика с кормом в течении месяца привело к увеличению массы тела молоди рыб на 36,5 %, рыбопродуктивности на 36,2 % и ингибированию ранее обнаруженных *Sallmonella sp.* и *Klebsiella sp.* (Использование пробиотической добавки ... , 2009).

Имеются сведения о применении препарата «Ветом 1.1», содержащего рекомбинантный штамм *B. subtilis*, продуцирующий интерферон альфа-2-лейкоцитарный человеческий, в качестве добавки в корм карпа для повышения его выживаемости в условиях содержания в аквариумах (Выбор пробиотика ... , 2017).

Испытания препарата «Моноспорин» и пробиотической добавки «Бацелл», проведённые в одном из рыбоводных предприятий Краснодарского края, показали положительное влияние Моноспорины на развитие эмбрионов карпа. Выход личинок был выше на 5 %, при инкубации после обработки икры 0,2 % Моноспорином. При добавлении в корм

0,2 % Бацелл + 0,2 % Моноспорин достоверно увеличилась конечная масса сеголеток карпа в прудах с момента начала питания на 12,4 % (Применение пробиотических препаратов ... , 2010).

В практике рыбного хозяйства нашли применение поликомпонентные пробиотики, в которые входят несколько штаммов разных видов бактерий. Препарат «Субтилис» представляет собой ассоциацию 2 видов — *B. subtilis* и *B. licheniformis*. Источником пищеварительных ферментов является *B. subtilis*, а выраженное антагонистическое действие в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий проявляет *B. licheniformis* (Кулаков, 2003) Использование пробиотика в составе комбикормов на протяжении 30 суток выращивания ранней молоди осетровых способствовало повышению жизнеспособности рыб, накоплению питательных веществ в тканях, коррекции микробиоценоза водной среды рыбоводных ёмкостей (Жандалгарова, 2017). При выращивании молоди русского осётра установлено преимущество введения Субтилис в состав комбикорма ОТ-7, заключающееся в наиболее высоком значении среднесуточного прироста, выживаемости и наименьшими кормовыми затратами (Пономарев, Пономарева, 2003).

Эффективность использования пробиотических кормовых добавок: «Бацелл», включающих *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Ruminococcus albus* и «Споротермин» содержащих лиофильно высушенные культуры *B. subtilis*, *B. licheniformis* показана при выращивании молоди стерляди в условиях НПП «Южный центр осетроводства». Конечный вес годовиков увеличился при внесении 0,2 % Бацелл по массе корма, а при добавлении 0,2 % Споротермин по массе корма — на 16,7 %. Сохранность молоди повысилась на 1,0 % в опытных группах (Кононенко, Юрина, Максим, 2016). В опыте на молоди осетровых при скармливании пробиотика «Споротермин» достоверно увеличилась конечная масса сеголеток осётра — на 10,2 %, выживаемость увеличилась на 16,7 % (Пробиотик «Споротермин» ... , 2015).

Потребности в экологически чистой аквакультуре, ингибировании патогенных

бактерий, в повышении иммунного ответа, в снижении кормозатрат и потерь при выращивании, создают преимущество для применения пробиотиков. Штаммы пробиотических бактерий могут обладать выраженной антагонистической активностью к широкому спектру патогенных и условнопатогенных микроорганизмов. Это тема была выбрана для исследования.

### Материал и методы

Тестировали на антагонистическую активность *Bacillus subtilis* ВКПМ-7092 (Ветом 1.1), *Bacillus subtilis* 945 В-5225 (Бацелл-М), ассоциацию штаммов *Bacillus subtilis* ВКМ В-2250, *Bacillus licheniformis* ВКМ В-2252 (Субтилис С) по отношению к условнопатогенным бактериям, выделенных от карповых рыб из 3 хозяйств Краснодарского и Ставропольского краёв. В исследование включены 36 тест-штаммов: *Aeromonas veronii* (10 штаммов), *Aeromonas hydrophila* (7), *Aeromonas jandaei* (3), *Aeromonas caviae* (2), *Aeromonas ichthiosmia* (2), *Aeromonas media* (2), *Aeromonas sobria*, *Corynebacterium pilosum*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Acinetobacter radioresistens*, *Acinetobacter lwoffii*, *Acinetobacter johnsonii*, *Morganella morganii*,

*Staphylococcus carnosus*, *Streptococcus uberis*.

Материал отбирали из паренхиматозных органов (почки) толстолобика, карпа, серебряного карася. В качестве основных методов идентификации бактерий использовали стандартные микробиологические и современный метод с использованием прибора MALDI-TOF масс-спектрометра (MALDI-TOF MS). Для выделения микроорганизмов и получения чистых бактериальных культур применяли питательные и дифференциально-диагностические среды: мясопептонный агар, Эндо, *Aeromonas Isolation Medium*.

Оценку показателя антагонистической активности проводили двумя методами *in vitro*: диффузионным методом (модификация блоков) и методом отсроченного антагонизма (МУК 4.2.2602-10).

### Результаты и обсуждение

Исследуемый штамм *Bacillus subtilis* (Ветом 1.1) проявлял антагонистическую активность в отношении аэромонад (*A. hydrophila* (4 из 7 штаммов), *A. media*, *A. jandaei*), азинетобактеров (*A. radioresistens*, *A. lwoffii*) и псевдоманад (*P. pseudoalcaligenes*). Из 3-х тестируемых видов грамположительных бактерий подавление роста наблюдалось только у

Антагонистическая активность штаммов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* в отношении условнопатогенных бактерий, выделенных от карповых рыб из хозяйств аквакультуры южного региона (Краснодарский и Ставропольский края)

Тест-штаммы, выделенные от карповых рыб	Наличие / отсутствие антагонистической активности		
	<i>Bacillus subtilis</i> (Ветом 1.1)	<i>Bacillus subtilis</i> (Бацелл-М)	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> (Субтилис С)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	+	—	+
<i>A. media</i>	+	—	+
<i>A. jandaei</i>	+	—	+
<i>A. veronii</i>	—	+	+
<i>A. sobria</i>	—	—	+
<i>A. caviae</i>	—	+	+
<i>A. ichthiosmia</i>	—	—	+
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	+	+	—
<i>A. radioresistens</i>	+	+	+
<i>A. johnsonii</i>	—	—	+
<i>Pseudomonas putida</i>	—	—	—
<i>P. pseudoalcaligenes</i>	+	—	+
<i>Streptococcus uberis</i>	+	—	+
<i>Staphylococcus carnosus</i>	—	+	—
<i>Corynebacterium pilosum</i>	—	+	—
<i>Morganella morganii</i>	—	—	+

Примечание — «+»антагонистическая активность

стрептококка (*St. uberis*).

Антагонистической активностью обладал штамм *Bacillus subtilis*, входящий в состав препарата «Бацелл-М» в отношении грамотрицательных палочек: *A. caviae* (1 из 2 штаммов), *A. veronii* (3 из 10 штаммов) и *Acinetobacter radioresistens*, *A. lwoffii*. Также регистрировали подавление роста у грамположительных бактерий: стафилококка (*S. carnosus*) и коринебактерии (*C. pilosum*).

Ассоциация штаммов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* препарата «Субтилис С» активно ингибировала рост 12 видов условно-патогенных бактерий: *Aeromonas hydrophila* (5 из 7 штаммов), *A. veronii* (8 из 10 штаммов), *A. media*, *A. jandaei*, *A. ichthiosmia*, *A. sobria*, *A. caviae*, *St. uberis*, *M. morgani*, *Acinetobacter johnsonii*, *A. radioresistens*, *P. pseudoalcaligenes* (см. таблицу).

Антагонистическая активность штаммов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* в отношении условнопатогенных бактерий, выделенных от карповых рыб из хозяйств аквакультуры южного региона (Краснодарский и Ставропольский края)

Полученные данные свидетельствуют, что показатель антагонистической активности в отношении условнопатогенных бактерий, выделенных от карповых рыб, варьировал у тестируемых штаммов пробиотических бактерий р. *Bacillus*. Максимальную активность отмечали у ассоциации *B. subtilis*, *B. licheniformis*, входящих в препарат «Субтилис С». Следует отметить, что все протестированные штаммы бацилл, входящие в состав пробиотических препаратов «Ветом 1.1», «Субтилис С» и добавки «Бацелл-М», не ингибировали рост *Pseudomonas putida*.

### Литература

**Борисова, М. Н., Новоскольцева Т.М., Иренков И. П.** Субалин для рыб // Рыбоводство и рыболовство. 2000. № 2. С. 21.

Влияние комплексного пробиотика спороакта на микробиоценоз кишечника теплокровных / В.В. Смирнов [и др.] // Микробиол. журн. 1995. Т. 57, № 4. С. 42—49.

Выбор пробиотика и методика исследования эффективности его применения во время стрессов у карпов при их содержании в аквариумах / Н.А. Егоркина [и др.] // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета. Экология и биоресурсы. 2017. Вып. 46. С. 156—164.

**Жандалгарова А.Д.** Использование бактериальных препаратов «ферм-км» и «простор» в кормлении осетровых рыб: дис. ... канд. с-х. наук. М., 2017.

Использование пробиотической добавки на основе *Bacillus subtilis* «В-1895» в аквакультуре / Г.В. Головкин [и др.] // Рыбное хозяйство. 2009. № 5. С. 60—64.

**Кононенко С.И., Юрина Н.А., Максим Е.А.** Применение пробиотиков «Бацелл» и «Споротермин» в рационах молоди осетровых рыб // Сб. науч. трудов СКНИИЖ. 2016. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-probiotikov-batselli-i-sporotermine-v-ratsionah-molodi-osetrovyh-ryb>

**Кулаков Г.В.** Субтилис — натуральный концентрированный пробиотик. М.: Визави, 2003.

**Мазанкова Л.Н., Лыкова Е.А.** Пробиотики: характеристика препаратов и выбор в педиатрической практике // Дет. инфекции. 2004. № 1. С. 18—23.

Методические указания. МУК 4.2.2602-10 Система предрегистрационного доклинического изучения безопасности препаратов. Отбор, проверка и хранение производственных штаммов, используемых при производстве пробиотиков. М., 2010.

**Пономарев С.В., Пономарева Е.Н.** Биологические основы разведения осетровых и лососёвых рыб на интенсивной основе Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003.

**Похиленко В.Д., Перельгин В.В.** Пробиотики на основе спорообразующих бактерий и их безопасность // Химическая и биологическая безопасность. 2007. № 2—3 (32—33). С. 20—41.

Применение пробиотических препаратов в прудовом рыбоводстве. Отчет по договор-

ной тематике. ГНУ СКНИИЖ Россельхозакадемии / Л.Г. Горковенко [и др.]. Краснодар, 2010. [Электронный ресурс] URL: [http://www.biotechagro.ru/experiments/fish\\_farming/bacell\\_monosporin\\_prolam\\_01.php](http://www.biotechagro.ru/experiments/fish_farming/bacell_monosporin_prolam_01.php)

Пробиотик «Споротермин» в рационах сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы как стимулятор роста / Н.А. Юрина [и др.] // Ветеринария Кубани. 2015. № 6. [Электронный ресурс] URL: [http://vetkuban.com/num6\\_201505.html](http://vetkuban.com/num6_201505.html)

**Юхименко Л.Н., Койдан Г.С., Бычкова Л.Я.** Перспективы использования субалина для коррекции микрофлоры кишечника и профилактики БГС // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре : тез. докл. науч.-практ. конф. М.: МИК, 2000. С. 133—136.

**Sharp R.J., Scawen M.D., Atkinson T.** Fermentation and downstream processing of *Bacillus* // Biotechnology Handbook: *Bacillus* / C.R. Harwood (ed.). New York: Plenum Press, 1989. P. 255—292.

УДК 639.3

## ВЛИЯНИЕ ПРЕБИОТИКОВ НА РОСТ СЕГОЛЕТКА АЛТАЙСКОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА В ООО «КУЛОН-М» НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Пищенко, И.В. Морузи, Ю. Цыганкова, Е. Архангельская

*Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия*

E-mail: epishenko@ngs.ru

В современных условиях, когда значение аквакультуры в производстве пищевой продукции для человечества неуклонно возрастает, встаёт вопрос о методах повышения продуктивности производств занимающихся выращиванием рыбы. Несомненно, пищевое качество рыбы выращенной в естественных условиях выше, чем у рыбы, выращенной на высокотехнологичных производствах — в УЗВ, садках и пр. Это происходит, прежде всего, из-за того, что в открытых водоёмах — озёрах, реках, прудах рыбы в той или иной мере питается естественной пищей. Однако количество рыбы выращиваемой в таких водоёмах на единицу площади на порядок ниже. С другой стороны водный фонд нашей страны достаточно велик для обеспечения населения качественной рыбной продукцией именно из открытых водоёмов. Таким образом, встаёт вопрос о повышении количества произведённой продукции с единицы площади естественных водоёмов.

Этот вопрос разрабатывался многими авторами и авторскими коллективами. На сегодняшний день к основными средствами интенсификации рыбоводства относится — кормление дополнительными кормами, увеличение плотности посадки, удобрение прудов и стимуляция естественной кормовой базы. Все эти мероприятия направлены на

различные звенья пищевой цепи и в той или иной степени влияют не только на рыбу, но и в целом на весь водоём. В то же время все эти мероприятия при отсутствии контроля способны дать обратный эффект.

Органические и минеральные удобрения, воздействуя на среду обитания рыб, создают условия, способствующие увеличению запасов естественной пищи, улучшению гидрохимического режима прудов и повышению их рыбопродуктивности (Бахтина, 1967). Воздействуя на низшие звенья кормовой цепи, они вызывают стимуляцию развития фитопланктона и как следствие увеличение в водоёме организмов питающихся фитопланктоном низших ракообразных, червей и пр. (Первичная продукция ... , 2015).

Однако в связи с высокой стоимостью удобрений и комбикормов продолжается поиск новых дешёвых форм удобрений и кормовых добавок для повышения продуктивности водоёмов. Для этой цели разными исследователями предлагается использовать пивные дрожжи (Гидрохимический режим ... , 2010), зерновую барду (Цюнь, 2015а), препарат Эковитал и вико-овсяного травостой (Цюнь, 2015б)

Кроме того, большой объём работ посвящён применению в рыбоводстве пробиотиков и пребиотиков (Шульга, 2009, Алмадари,

Пономарев, 2014, Влияние микробиологического ... , 2015; Применение биологически активных ... , 2016).

Последнее время все большее внимание уделяется применению в аквакультуре пребиотиков, веществ, создающих условия для развития и сохранения в кишечнике нормальной микрофлоры. Согласно недавним исследованиям, применение пребиотиков на рыбах и моллюсках доказало их потенциальные возможности (Yousefian, Amiri, 2009; Effect of dietary ... , 2009). Однако применение этих веществ пока мало изучено (Merrifield, Einar, 2014).

При использовании различных препаратов для кормления рыб не следует забывать, что часть этих веществ попадает в воду и как следствие может воздействовать на другие группы организмов — сообщества зоопланктона и бентоса. Изменение условий существования организмов отражается на видовом составе, количественных показателях, соотношении отдельных таксономических групп, структуре популяции зоопланктона (Аламдари, Пономарев, 2014). Состав и уровень количественного и качественного развития водных беспозвоночных организмов является высокочувствительным показателем степени загрязнения водоёма и нарушения чистоты его вод, поэтому состояние зоопланктоноценоза может служить косвенным подтверждением возможности использования новых препаратов.

Цель нашей работы стало определить скорость роста сеголетка карпа, а так же уровень развития и видовой состав зоопланктона рыбоводных прудов при использовании для кормления карпа пребиотических препаратов.

Задачей исследования стало определение размерно-весовых характеристик и темпа роста молоди карпа при выращивании в прудах и кормлении кормами с пребиоти-

ками, а так же при внесении веществ непосредственно в воду. Кроме того выявить изменения видовой и количественной структуры зоопланктона в зависимости от методов внесения пребиотика в воду.

### Материал и методы

Исследования проводили летом 2017 г. в ООО «Кулон-М» Новосибирской области. При определении методов внесения пребиотика в воду опирались на то, что при внесении вещества непосредственно в корм, вещество попадает в организм рыбы и улучшает работу кишечной микрофлоры. Однако какое-то количество пребиотика из корма попадает в воду и оттуда может поступить в пищеварительный тракт животных зоопланктонного сообщества.

Молодь алтайского зеркального карпа была получена от самок непосредственно в хозяйстве. Семидневные личинки были посажены в выростные пруды хозяйства расположенные друг за другом. Площади всех прудов — по 1,2 га. Водоснабжение независимое. Вода для наполнения и подпитки прудов забирается из одной точки головного водохранилища, следовательно, все пруды получают одну и ту же воду практически одновременно.

Плотность посадки во все пруды составила 25,5 тыс. шт. личинок на 1 га.

Пребиотики вносились в пруды в дозировке предусмотренной производителем. Дозировка была одинаковая во всех прудах, независимо от метода внесения (см. рисунок).

Морфологические показатели сеголетков алтайского зеркального карпа (Правдин, 1966) определяли раз в 10 дней при контрольном облове, промеривали не менее 30 ос.

Пробы зоопланктона отбирали малой сетью Апштейна и фиксировали 4%-м раствором формалина с добавлением сахарозы. Численность и видовой состав зоопланктёров просчитывали в камере Богорова. Видовой состав зоопланктона определяли по известным

Пруд № 2 Контроль (без пребиотика)	Пруд № 3 Контроль (без пребиотика)	Пруд № 4 Пребиотики добавляются в корм	Пруд № 5 Пребиотики добавляются в корм	Пруд № 6 Пребиотики добавляются в воду	Пруд № 7 Пребиотики добавляются в воду	Пруд № 8 Пребиотики добавляются в воду и корм
------------------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------	-------------------------------------------	-------------------------------------------	-------------------------------------------	--------------------------------------------------

Схема опыта

методикам (Жадин, 1960).

При определении зоопланктонных организмов использовали определители по низшим ракообразным А.А. Бенинга (1941), по ветвистоусым ракообразным — Е.Ф. Мануйловой (1964), по веслоногим — В.М. Рылова (1930, 1948), коловраткам — Л.А. Кутиковой (1970).

В каждом водоёме пробы зоопланктона отбирали в 3-х точках. Для учёта редких крупных форм, а также овулятивных особей просматривали осадок. Для определения продукции зоопланктона измеряли 50 экз. каждого вида с учётом стадии развития и пола.

Для расчёта биомассы организмов зоопланктона пользовались таблицами средних масс, установленных Ф.Д. Мордухай-Болтовским и другими авторами.

Статистическую обработку проводили по общепринятым методикам (Лакин, 1990).

### Результаты и обсуждение

Пробы зоопланктона были взяты через 18 дней с момента посадки молоди в пруды и до начала кормления дополнительными кормами с добавлением пребиотика.

Наибольшая численность зоопланктона была зафиксирована в пруду № 4 — 2 410,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>, наименьшая в пруду № 6 — 322,4 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Количество зоопланктёров в прудах № 2, 3, 8 было примерно одинаковым и колебалось от 1 467 до 1 690 тыс. экз./м<sup>3</sup>. При этом во всех водоёмах

доминировали Cladocera, от — 94,5 % в пруду № 6, до 99,8 % в пруду № 4. В численности Cladocera преобладала *Bosmina sp.*, занимая в отдельных случаях до 98,5 % (пруд № 3) общей численности от всего зоопланктона. Отмечалась очень высокая численность *Bosmina longirostris* от 148,7 тыс. экз./м<sup>3</sup> в пруду № 6 до 2 042,7 тыс. экз./м<sup>3</sup> для пруда № 4.

Только в пруду № 6 численность *Bosmina sp.* составляет 57 % от численности Cladocera, в этом пруду субдоминантом в группе является не *Bosmina longispina*, как в других водоёмах, а *Ceriodaphnia reticulata* — 28,22% (табл. 1)

Копеподиты представлены *Cyclops sp.*, численность которых достаточно невелика.

Биомасса зоопланктона так же была наиболее высокой в пруду № 4 — 21,91 г/м<sup>3</sup>, а наиболее низкой в пруду № 6 — 4,56 г/м<sup>3</sup>. В прудах № 2, 3, 4 и 6 биомасса колебалась от 12,78 до 13,75 г/м<sup>3</sup>. Основу биомассы также составляли *Bosmina sp.* — до 85,2 %. Биомасса *Bosmina longispina* была максимальной в пруду № 2 — 4,48 г/м<sup>3</sup>, что составило 35 %. Биомасса *Bosmina longirostris* достигала 15,93 г/м<sup>3</sup> в пруду № 4 или 72,7 % от численности зоопланктона в пруду (табл. 2).

В день взятия проб зоопланктона средняя масса молоди алтайского карпа в прудах колебалась от 0,83 г в пруду № 8 до 1,77 г в пруду № 4. Рыбы в пруду № 4 отличались от других групп лучшими показателями, за ис-

Таблица 1

Численность зоопланктона, тыс. экз./м<sup>3</sup>

Вид животного	Пруд № 2	Пруд № 3	Пруд № 4	Пруд № 5	Пруд № 6	Пруд № 8
<b>Cyclops</b>						
Науплии	0,33	—	—	18	—	0,3
I—II	22	9	0,7	6	13	29,7
III—IV	39	9,67	4	0,3	4,7	16,3
V—VI	0,33	0,67	—	—	—	1,3
<b>Cladocera</b>						
<i>Daphnia longispina</i>	3,67	4,33	57	27,3	1	3
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	0,67	1,33	2,7	10,3	91	1,3
<i>Scapholeberis microcephala</i>	—	—	—	2	—	—
<i>Chydorus sp</i>	5,33	—	—	0,7	28,3	1
<i>Diaphanosoma</i>	—	—	0,7	—	—	—
<i>Bosmina longispina</i>	574,67	216,33	302,7	55	35,7	136
<i>Bosmina longirostris</i>	821	1449	2042,7	527,7	148,7	1349,3
Итого:	<b>1 467</b>	<b>1 690,33</b>	<b>2 410,5</b>	<b>647,3</b>	<b>322,4</b>	<b>1 538,2</b>



Таблица 2

Биомасса зоопланктона, г/м <sup>3</sup>						
Вид животного	Пруд № 2	Пруд № 3	Пруд № 4	Пруд № 5	Пруд № 6	Пруд № 8
<b>Cyclops</b>						
Науплии	0,0003	—	—	0,0144	—	0,0002
I—II	0,33	0,14	0,01	0,09	0,20	0,45
III—IV	1,25	0,31	0,13	0,01	0,15	0,52
V—VI	0,01	0,02	—	—	0,00	0,04
<b>Cladocera</b>						
<i>Daphnia longispina</i>	0,22	0,26	3,42	1,64	0,06	0,18
<i>Ceriodaphnia</i>	0,02	0,03	0,07	0,27	2,37	0,03
<i>Scapholeberis microcephala</i>	—	—	—	0,05	—	—
<i>Chydorus sp</i>	0,0666	—	—	0,01	0,35	0,01
<i>Diaphanosoma</i>	—	—	0,0042	—	—	—
<i>Bosmina longispina</i>	4,48	1,69	2,36	0,43	0,28	1,06
<i>Bosmina longirostris</i>	6,40	11,30	15,93	4,12	1,16	10,52
Итого:	<b>12,78</b>	<b>13,75</b>	<b>21,93</b>	<b>6,63</b>	<b>4,56</b>	<b>12,82</b>

ключением высоты тела — большей у рыб из пруда № 6. Коэффициент упитанности был достаточно высокий у рыб во всех прудах. Однако в пруду № 2 его значение было самым низким 2,77 (табл. 3).

При сравнении данных табл. 2 и табл. 3 очевидно, что масса средняя масса сеголетков выше в тех прудах, где выше биомасса зоопланктона, что закономерно, так как в этот момент питание молоди идёт только за счёт естественной кормовой базы.

В середине периода выращивания 3 августа 2017 г. масса тела сеголеток карпа достигла величины от 8,05 г в пруду № 2, до 15,79 г в пруду № 4. Сеголетки из прудов № 4 и № 6 по прежнему обгоняли рыб в других прудах по темпу роста. При этом упитанность во всех

водоёмах была примерно одинаковой. Однако рыбы в прудах № 2 и № 8 начинают заметно отставать от рыб других групп. Несмотря на добавку пребиотика в корм рыб в прудах № 4 и № 5, рыбы из этих водоёмов достоверно не превышают своих сверстников из других прудов ни по массе тела, ни по упитанности. По-прежнему просматривается зависимость между общей биомассой зоопланктона в водоёме и массой сеголетка (табл. 4).

В конце периода выращивания максимальной средняя масса сеголетков была в прудах № 4 и № 5 — 30,54 и 33,56 г соответственно, а минимальной — в прудах № 2 и № 8. Рыбопродуктивность также была максимальной в прудах № 4 и № 5 — 870 и 826 кг (табл. 5).

Таблица 3

Морфобиологические показатели сеголеток алтайского зеркального карпа до начала кормления

Пруд	Масса, тела, г	Длина тела, см	Наибольшая, см		Обхват тела, см	Коэф. упитанности	Индекс		
			высота тела	толщина тела			широкоспинности	обхвата тела	прогонистости
№ 2	1,20	3,52	1,41	0,62	2,22	2,77	2,55	17,64	62,95
№ 3	1,14	3,37	1,29	0,61	3,03	3,00	2,63	18,26	89,95
№ 4	1,77	3,65	1,43	0,85	3,23	3,62	2,57	23,31	88,39
№ 5	1,46	3,58	1,40	0,78	3,43	3,18	2,55	21,66	95,81
№ 6	1,49	3,43	1,51	0,77	3,24	3,69	2,29	22,70	94,47
№ 7	1,10	3,40	1,23	0,81	2,99	3,69	2,79	23,93	87,80
№ 8	0,83	3,01	1,13	0,70	2,92	3,29	2,68	23,51	97,57

Таблица 4

Морфобиологические показатели сеголеток алтайского зеркального карпа в середине выращивания

Пруд	Масса, тела, г	Длина тела, см	Наибольшая, см		Обхват тела, см	Коэф. упитанности	Индекс		
			высота тела	толщина тела			широкоспинности	обхвата тела	прогонистости
№ 2	8,05	6,26	2,44	1,18	5,57	3,25	2,58	18,80	89,00
№ 3	16,22	7,87	3,21	1,60	7,66	3,30	2,46	20,35	97,33
№ 4	15,79	7,82	3,16	1,52	7,52	3,29	2,50	19,25	96,19
№ 5	12,58	7,31	2,95	1,44	6,98	3,20	2,48	19,76	95,49
№ 6	14,01	7,55	3,00	1,51	7,20	3,24	2,53	19,99	95,52
№ 7	12,87	7,49	2,92	1,49	7,23	3,07	2,57	19,89	96,66
№ 8	9,10	6,51	2,56	1,28	6,09	3,30	2,55	19,74	93,76

Таблица 5

Рыбоводные показатели в конце периода выращивания 10 октября 2017 г.

Пруд	Индивидуальная масса, г	Рыбопродуктивность, кг
№ 2	12,30	501
№ 3	17,12	490
№ 4	30,54	870
№ 5	33,56	826
№ 6	22,29	716
№ 7	17,12	705
№ 8	15,50	599
Ср./Итого	21,20428571	4 707

Таким образом, наибольшая средняя масса сеголетка была в прудах с наиболее высокой естественной продуктивностью и при добавлении в корм пребиотика в прудах № 4 и № 5. Добавление пребиотика в воду так же благоприятно подействовало на рост рыбы рыбопродуктивность в прудах № 6 и № 7 так же выше чем в контрольной группе.

Однако для подтверждения полученных результатов необходимы более длительные исследования.

### Литература

**Аламдари Х., Пономарев С.В.** Результаты испытания использования пробиотических препаратов при кормлении осетровых рыб при температуре воды ниже оптимальной // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2014. № 12. С. 167—172.

**Бахтина В.И.** Влияние минеральных и органических удобрений на развитие естественной кормовой базы в выростных прудах // Тр. ВНИИПРХ. 1967. Т. 15. С. 130—153.

**Бенинг А.Л.** Кладоцера Кавказа. Тбилиси: Грузмедгиз, 1941.

Влияние микробиологического препарата Bs 225 на сохранность молоди алтайского зеркального карпа при содержании в садках / Г.А. Ноздрин [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2015. № 10. С. 50—54.

Гидрохимический режим и кормовая база нагульных прудов при использовании в качестве органических удобрений отходов пивоваренного производства / Г.П. Воронова [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси / под общ. ред. М.М. Радько: сб. науч. тр. Минск, 2010. Вып. 26.

**Гришель А.И., Кишкурно Е.П.** Пробиотики и их современная роль в современной медицине // Вестник фармации. 2009. № 1 (43). С. 1—4.

**Кутикова Л.А.** Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л.: Наука, 1970.

**Лакин Г.Ф.** Биометрия. М.: Высш. школа, 1990.

**Мануйлова Е.Ф.** Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.; Л.: Наука, 1964.

Первичная продукция прудов и её трансформация при выращивании рыбы в поликультуре / И.В. Морузи [и др.] // Фундаментальные исследования. 2015. № 2—9. С. 1897—1902.

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных); 4-е изд. М.: Пищ. пром-сть, 1966.

Применение биологически активных веществ для увеличения скорости роста позвоночных животных / Д.В. Кропачев [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 3 (250). С. 47—54.

**Рылов В.М.** Пресноводные Cyclopoidea СССР // Фауна СССР. Ракообразные. Т. 3, вып. 3. М., 1948.

**Цьонь Н.И.** Повышение продуктивности зоопланктонных сообществ путём применения препарата Эковитал и вико-овсяного травостоя // Рыбохозяйственная наука Украины. 2015а. № 2 (32). С. 20—30.

**Цьонь Н.И.** Повышение рыбопродуктивности прудовой экосистемы за счёт удобрения зерновой бардой // Рыбохозяйственная наука Украины. 2015б. № 1 (31). С. 81—87.

**Шульга Е.А.** Пробиотики в кормлении осетровых рыб при товарном выращивании: дис. ... канд. биол. наук. М., 2009.

Effect of dietary prebiotic inulin on growth performance, intestinal microflora, body composition and hematological parameters of juvenile beluga, *Huso huso* (Linnaeus, 1758) / R. Akrami [et al.] // J. World Aqua. Soci. 2009. №40. P. 771—779.

**Merrifield Da., Einar R.** Aquaculture Nutrition: Gut Health, Probiotics and Prebiotics. 2014.

**Yousefian M., Amiri M.S.** A review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp // Afr. J. Biotechnol. 2009. № 8. P. 7313—7318.

УДК 582.26:57.044

## ДЕФИЦИТ СИЛИКАТА НАТРИЯ В СРЕДЕ КАК ФАКТОР ИНГИБИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ РОДА *ULNARIA*

Ю.А. Подунай, Н.А. Давидович

*Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник РАН, г. Феодосия, Россия*

E-mail: yu.podunai@yandex.ru

Диатомовые водоросли — наиболее многочисленный и разнообразный класс одноклеточных водорослей, насчитывающий по разным оценкам от 30 до 100 тыс. видов — представлен в мировых и российских коллекциях культур сравнительно небольшим количеством видов. Жёсткие требования к составу среды для успешного выращивания диатомей являются одной из причин слабой представленности диатомовых водорослей в коллекциях культур. На рост культуры, морфологию и физиологию клеток диатомовых влияют низкие (недостаточные) концентрации различных компонентов среды, например силиката натрия, железа, цинка, фосфора и др. (Hoffmann, Peecken, Lochte, 2007; Brzezinski, Jones, Demarest, 2005; Fe and Zn effects ... , 2005, Iron and silicic acid ... , 2000; Tilman, Kilham, 1976; Ходоровская, Стурова, 2002). Кремний является одним из основных

элементов, обеспечивающих вегетативное размножение и половое воспроизведение диатомей (Paasche, 1973, 1980). В природных водоёмах кремний присутствует в виде растворённых соединений кремниевой кислоты в разных состояниях (ортокремниевая —  $H_4SiO_4$ , метакремниевая —  $H_2SiO_3$ , а также поликремниевая кислота переменного состава —  $mSiO_2 + nH_2O$ ), в донных отложениях водоёмов в виде оксидов (кварц, опал), а также входит в состав разнообразных силикатов и алюмосиликатов (полевых шпатов, слюд, глин). Значительная часть кремния в донных отложениях присутствует в виде аморфного биогенного кремнезёма, который образуется в результате отмирания органического материала оседающего на дно водоёма. Растворимость аморфного кремнезёма выше, чем у природных силикатов, поэтому он является главным источником растворимого кремния в

воде. В искусственные среды — солёные и пресные — кремний в основном попадает в виде силиката натрия — соли кремниевой кислоты. Кремниевая кислота даже очень низких концентраций извлекается клетками диатомей из среды и депонируется в специальные органеллы. Расшифрована аминокислотная последовательность белков, осуществляющих трансмембранный перенос кремниевой кислоты у морской шовной пеннатной диатомеи *Cylindrotheca fusiformis* REIMANN & J.C. LEWIN (Hildebrand, 2005) и пресноводной бесшовной *Ulnaria acus* (KÜTZING) M. AVOAL (Элементы активного центра ... , 2002). Несмотря на то, что имеется целый ряд работ, посвящённых росту диатомей в зависимости от содержания кремния (Hoffmann, Peeken, Lochte, 2007; Brzezinski, Jones, Demarest, 2005; Davis, Breitner, Harrison, 1978; Marine diatoms ... , 1977; Egge, Aksnes, 1992), вопросы, связанные с содержанием кремния и других элементов в искусственных средах, используемых для длительного культивирования диатомей в коллекциях и биотехнологических реакторах, остаются открытыми. Виды рода *Ulnaria* — *U. ulna* (NITZSCH) P. COMÈRE и *U. acus* (KÜTZING) M. AVOAL — можно считать модельными пресноводными видами, которые широко используются в различных экспериментальных и прикладных, в том числе биотехнологических, исследованиях (Podunay, Davidovich, Davidovich, 2014; Morphological and molecular ... , 2016; Бедошвили, Попкова, Лихошвай, 2009, Complete chloroplast ... , 2012, Complete sequence ... , 2010), что подразумевает необходимость продолжительного содержания их в культуре. Целью настоящей работы стало изучение влияния некоторых компонентов пресноводной среды, в частности силиката натрия и витамина B<sub>12</sub>, на рост и жизненный цикл двух модельных видов пресноводных диатомовых водорослей *U. ulna* и *U. acus*.

#### Материал и методы

Объектом для исследования послужили два близкородственных вида из пресноводного рода *Ulnaria*. Клоны *Ulnaria ulna* (рис. 1А) были изолированы из проб, отобранных в Москве-реке (г. Звенигород) летом 2011 г. (клоны М 2.0929-D, М 2.0929-F), и в р. Адуй осенью 2013 г. (А 3.0904-А, А 3.0904-В, А 3.0904-Г).

Штаммы *U. acus* Мп 5.0903-А, Мп 5.0903-С и Мп 5.0903-Ф (рис. 1Б) были выделены из проб, отобранных М.С. Куликовским в оз. Хубсугул (Монголия) летом 2015 г. Культуры содержали на среде, близкой по составу к среде Dm (Mann, Chervinov, 2004). Клетки для клоновых культур выделяли микропипеточным методом (Algal culturing techniques, 2005) с использованием инвертированного микроскопа, путём многократного пересева в свежую среду. Культивирование проводили в стеклянных чашках Петри диаметром 5—9 см, высотой 0,9—1,4 см при наполнении средой от 8 до 45 мл соответственно размеру чашки.

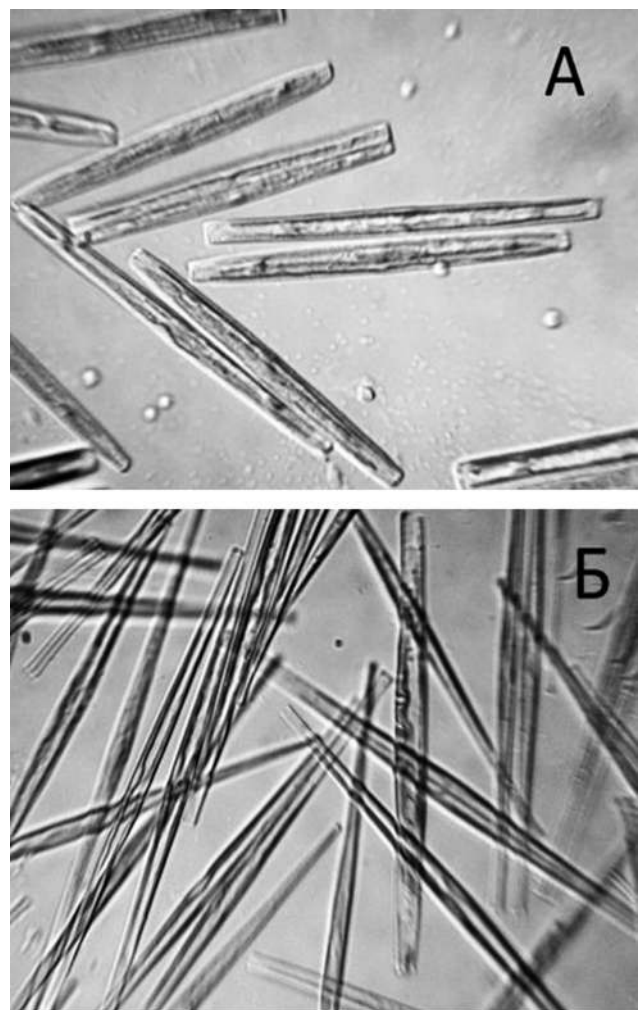


Рис. 1. Внешний вид клеток под световым микроскопом:

А — *Ulnaria ulna*; Б — *Ulnaria acus*

Клоны *U. ulna* (А 3.0904-Г, А 3.0904-А) и *U. acus* (Мп 5.0903-Ф) содержали в течение двух месяцев в больших кристаллизаторах (объём 3 л) без добавления свежей среды или её отдельных компонентов с целью накопле-

ния в среде метаболитов и истощения биогенных элементов. После чего содержимое кристаллизаторов фильтровали для получения среды без клеток (далее — фильтрат среды). Фильтрат среды использовали в экспериментах с клонами *U. ulna* (А 3.0904-А, А 3.0904-В, М 2.0929-Д, М 2.0929-Ф) и *U. acus* (Мп 5.0903-А, Мп 5.0903-С), находившимися в экспоненциальной стадии роста.

В первом эксперименте клетки клона, находившегося в экспоненциальной фазе роста, помещали в три чашки Петри. В одну (контрольную) добавляли среду Dm, во вторую — такое же количество фильтрата, в третью — среду Dm и фильтрат в пропорции 1 : 1 (объём среды в каждой чашке составлял 15 мл). Подсчитывали количество клеток в площади поле зрения на первый, третий, пятый, седьмой и десятый день эксперимента. На десятый день в экспериментальные чашки добавляли силикат натрия и далее подсчитывали количество клеток на 13, 15 и 17 дни эксперимента.

Во втором эксперименте клетки клона, находившегося в экспоненциальной фазе роста, помещали в 5 чашек Петри. В контрольную чашку добавляли среду Dm, во вторую — фильтрат среды, в третью — фильтрат + + силикат натрия, в четвертую — фильтрат + + витамины, в пятую — фильтрат + дистиллированная вода в соотношении 1 : 1.

В качестве элементов среды, влияние которых оценивали, были выбраны силикат натрия ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) и комплекс витаминов  $\text{B}_{12}$  и  $\text{B}_1$ , добавлявшихся в концентрациях, рассчитанных с учётом их содержания в среде Dm.

## Результаты и обсуждение

В первом эксперименте (рис. 2А) клоны *U. ulna*, находившиеся в контрольной чашке, продемонстрировали экспоненциальный рост в течение семи дней и переход в стационарную фазу на девятый день, тогда как в чашках с фильтратом среды достоверного увеличения количества клеток не происходило, к седьмому дню количество живых клеток уменьшилось ниже начального уровня. В эксперименте, в котором к фильтрату было добавлено равное количество среды Dm и фильтрата, количество клеток увеличивалось, однако в два раза медленнее, чем в контроле. После добавления на десятый день эксперимента силиката натрия, на тринадцатый день количество клеток в экспериментальных чашках резко увеличилось и сравнялось с контролем; культуры, таким образом, повторно продемонстрировали экспоненциальную фазу роста. На последний, семнадцатый день эксперимента количество клеток в экспериментальных чашках Петри в 1,3 раза превысило количество клеток в контрольной чашке, в которой культура уже с девятого дня находилась в стационарной фазе без достоверного увеличения числа клеток.

В чашках Петри, в которых фильтрат среды был разбавлен средой Dm, на пятые-седьмые сутки эксперимента был отмечен внутриклоновый гаметогенез в клонах пола, противоположного тому, который долгое время содержался в среде — фильтрате. При этом, если экспериментальные клоны были женскими, то гаметогенез заканчивался «абортированием» гамет. Если же экспери-

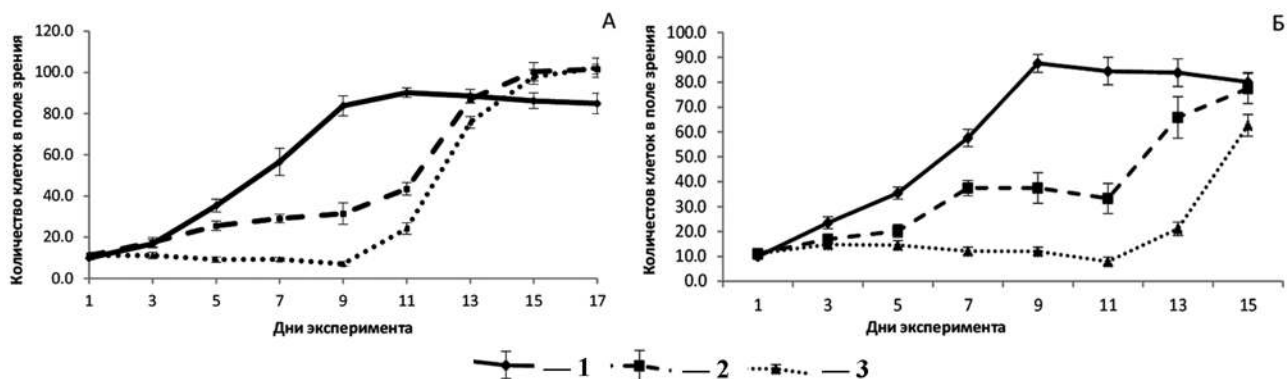


Рис. 2. Изменение количества клеток *Ulnaria ulna* (А) и *Ulnaria acus* (Б) при нахождении клонов в различных средах:

1 — среде Dm (контроль); 2 — фильтрате среды с добавлением среды Dm; 3 — в фильтрате среды

ментальные клоны были мужскими, то гаметогенез заканчивался ауксоспрообразовани-ем. Размер инициальных клеток, полученных при внутриклоновом воспроизведении клонов А 3.0904-А и М 2.0929-Д, составил в среднем  $337 \pm 5,1$  мкм (диапазон значений 290—358, измерено клеток  $N = 15$ ).

Клоны *U. acus* показали реакцию, идентичную изучаемым клонам *U. ulna* (рис. 2Б). В контрольной чашке происходило нарастание культуры и переход в экспоненциальную, а затем и стационарную фазу. В опытной чашке с фильтратом нарастания культуры не наблюдали. После добавления в опытные чашки на одиннадцатый день силиката натрия происходило резкое нарастание культуры. На тринадцатый день количество клеток в экспериментальной чашке с фильтратом выросло в три раза, а на пятнадцатый — в восемь раз и практически сравнялось с контрольной чашкой, в которой культура с девятого дня находилась в стационарной фазе роста. Гаметогенез в кло-нах не был отмечен ни в одной из чашек.

Во втором эксперименте с клонами *U. ulna* наибольший рост числа клеток отмечен в культурах, помещённых в фильтрат с добавлением силиката натрия (рис. 3).

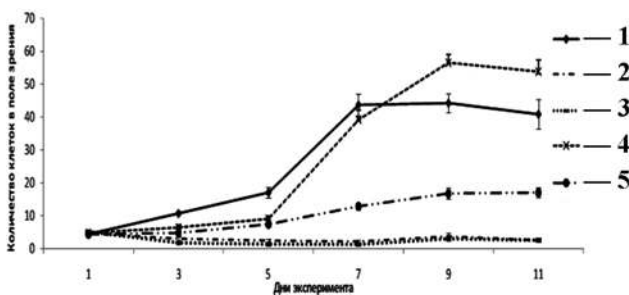


Рис. 3. Изменение количества клеток клонов *Ulnaria ulna* при добавлении среды с содержанием различных элементов в фильтрате среды: 1 — контроль (среда Dm); 2 — фильтрат; 3 — фильтрат + вода; 4 — фильтрат + силикат натрия; 5 — фильтрат + витамин B<sub>12</sub>

Несмотря на то, что первые пять дней эксперимента клоны в данной экспериментальной чашке показывали меньший темп роста, чем в контроле, на седьмой и несколько последующих дней ещё продолжался экспоненциальный рост культуры, тогда как в контрольной чашке, клетки к этому времени вышли на стационарную фазу роста. На один-

надцатый день эксперимента количество клеток в чашке с добавлением силиката натрия в 1,3 превышало количество клеток в контрольной чашке, в 3,2 раза — в чашке с фильтратом и витамином B<sub>12</sub> и в 21,5 раз — в чашке с фильтратом. При добавлении в фильтрат витамина B<sub>12</sub> рост численности клеток в культуре был в два раза более интенсивным, чем у клеток, находящихся в фильтрате среды, однако форма кривой нарастания была более сглаженной, чем в контроле и в чашке с фильтратом и силикатом натрия. На пятый день эксперимента среднее количество клеток в поле зрения в чашке Петри с фильтратом и витаминами составило 7,3, на седьмой день — 12,8, на одиннадцатый — 17,0, тогда как в контрольной чашке количество клеток было 17,0, 43,6, 40,8 соответственно. В чашке Петри, в которой фильтрат был разбавлен в два раза дистиллированной водой, на третий день эксперимента произошло резкое уменьшение количества клеток, почти в четыре раза. На девятый день количество клеток снова увеличилось в два раза и в последующие дни оставалось на неизменном уровне.

В аналогичном эксперименте с клонами *U. acus* наблюдали такую же картину, как и в случае с *U. ulna*.

Влияние дефицита кремния на рост и развитие разных видов диатомей неоднократно обсуждалось в научной литературе (Hoffmann, Peeken, Lochte, 2007; Brzezinski, Jones, Demarest, 2005; Davis, Breitner, Harrison, 1978; Marine diatoms ... , 1977; Egge, Aksnes, 1992). Снижение темпов роста диатомовых водорослей при очень низком или недостаточном уровне кремниевой кислоты наблюдалось как в пресноводной, так и в морской среде (Ryther, Ryther, 1971), в естественных и лабораторных условиях (Kilham, 1971; Dugdale, 1972; Paasche, 1973; Tilman, Kilham, 1976). Кроме дефицита некоторых элементов в среде, фактором ограничивающим рост культуры клеток диатомей может стать накопление в среде продуктов метаболизма клеток, которые ингибируют деление клеток и приводят к их разрушению. При длительном нахождении в среде без пересева происходило ингибирование не только митотического, но мейотического деления клеток

диатомовых (Давидович, 2004). Как показали проведённые нами исследования, добавление в среду, в которой длительное время без пересева находились клоновые культуры диатомей, силиката натрия и витамина В<sub>12</sub>, приводит к резкому улучшению состояния культур и увеличению количества клеток. Это может быть использовано как для успешного содержания клонов диатомовых водорослей в куль-

туре, так и при массовом культивировании их в биотехнологии.

#### Благодарности

Авторы выражают благодарность за неоценимую помощь в отборе проб д-ру биол. наук М.С. Куликовскому, канд. биол. наук Е.С. Гусеву (ИФР РАН).

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 16-34-00790.

#### Литература

**Бедошвили Е.Д., Попкова Т.П., Лихошвай Е.В.** Ультраструктура хлоропластов нескольких видов диатомовых водорослей из разных классов // Цитология. 2009. Т. 51 (4). 346—357.

**Давидович Н.А.** Лимитированный объём среды как фактор, ограничивающий половое воспроизведение диатомовых водорослей в культуре // Карадаг. Гидробиологические исследования: сб. науч. тр., посвящ. 90-летию Карадагской науч. станции им. Т.И. Вяземского и 25-летию Карадагского природн. заповедника НАН Украины / под ред. А.А. Морозовой, В.Ф. Гнубкина. Симферополь: Изд-во «Сонат», 2004. С. 181—188.

**Ходоровская Н.И., Стурова М.В.** Исследование влияния концентраций кремния и фосфора на развитие диатомовой микрофлоры водоёма // Известия Челябинского научного центра. 2002. Т. 15 (2). С. 50—53.

Элементы активного центра белков транспорта кремниевой кислоты в диатомовых водорослях / М.А. Грачев [и др.] // Молек. биол. 2002. Т. 36 (4). С. 1—3.

Algal culturing techniques / ed. by Robert A. Andersen. Amsterdam; Boston; Heidelberg; London; New York; Oxford; Paris; San Diego; San Francisco; Singapore; Sydney; Tokyo: Elsevier Academic Press, 2005.

**Brzezinski M.A., Jones J.L., Demarest M.S.** Control of silica production by iron and silicic acid during the Southern Ocean Iron Experiment (SOFeX) // Limnology and Oceanography. 2005. Vol. 50 (3). P. 810—824.

Complete chloroplast genome sequence of freshwater araphid pennate diatom alga *Synedra acus* from Lake Baikal / Yu.P. Galachyants [et al.] // International Journal of Biology. 2012. Vol. 4 (1). P. 27—35.

Complete sequence of the mitochondrial genome of a diatom alga *Synedra acus* and comparative analysis of diatom mitochondrial genomes / N. Ravin [et. al.] // Curr. Genet. 2010. Vol. 56. P. 215—233.

**Davis C.O., Breitner N.F., Harrison P.J.** Continuous culture of marine diatoms under silicic acid limitation. 3. A model of Si-limited diatom growth // Limnology and Oceanography. 1978. Vol. 23 (1). P. 41—52.

**Egge J.K., Aksnes D.L.** Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1992. Vol. 83. P. 281—289.

Fe and Zn effects on the Si cycle and diatom 25 community structure in two high and low-silicate HNLC areas / K. Leblanc [et al.] // Deep-Sea Res. I. 2005. Vol. 52. P. 1842—1864.

**Hildebrand M.** Cloning And functional characterization of ammonium transporters from the marine diatom *Cylindrotheca fusiformis* (Bacillariophyceae) // J. Phycol. 2005. Vol. 41. P. 105—113.

**Hoffmann L.J., Peeken I., Lochte K.** Co-limitation by iron, silicate, and light of three Southern Ocean diatom species // Biogeosciences Discuss. 2007. Vol. 4. P. 209—247.

Iron and silicic acid concentrations regulate Si uptake north and south of the Polar Frontal Zone in the Pacific Sector of the Southern Ocean / V.M. Franck [et al.] // Deep-Sea Res. II. 2000. Vol. 47. P. 3315—3338.

- Mann D.G., Chepurnov V.A.** What have the Romans ever done for us? The past and future contribution of culture studies to diatom systematic // *Nova Hedwigia*. 2004. Vol. 79. P. 237—291.
- Marine diatoms grown in chemostats under silicate or ammonium limitation. III. Cellular chemical composition and morphology of *Chaetoceros debilis*, *Skeletonema costatum*, and *Thalassiosira gravida* / H.P.J. Harrison [et al.] // *Marine Biology*. 1977. Vol. 43 (1). P. 19—31.
- Morphological and molecular evidence support description of two new diatom species from the genus *Ulnaria* in Lake Baikal / M. Kulikovskiy [et al.] // *Fottea, Olomouc*. 2016. Vol. 16 (1). P. 34—42.
- Paasche E.** Silicon and the ecology of marine plankton diatoms. 1. *Thalassiosira pseudonana* (*Cyclotella*) grown in a chemostat with silicate as limiting nutrient. 2. Silicate-uptake kinetics in five diatom species // *Mar. Biol.* 1973. Vol. 19. P. 117—126.
- Paasche E.** Silicon content of five marine plankton diatom species measured with a rapid filter method // *Limnology and Oceanography*. 1980. Vol. 25 (3). P. 474—480.
- Podunay Yu.A., Davidovich O.I., Davidovich N.A.** System and two types of gametogenesis in the fresh water diatom *Ulnaria ulna* (Bacillariophyta). *Algologia*. 2014. Vol. 24 (1). P. 3—19.
- Ryther J., Dunstan W.M.** Nitrogen, phosphorus and eutrophication in the coastal marine environment // *Science*. 1971. Vol. 171. P. 1008—1013.
- Tilman D., Kilham S.S.** Phosphate and silicate growth and uptake kinetics of the diatoms *Asterionella formosa* and *Cyclotella meneghiniana* in batch and semicontinuous culture // *Jour. of Phyc.* 1976. Vol. 12 (4). P. 375—383.

УДК 639.371.7

## ОПЫТ РАЗВЕДЕНИЯ КЛАРИЕВОГО СОМА НА ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ВОДЕ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ООО «ПЫШМА-96»

А.В. Попов<sup>1</sup>, А.В. Шахманаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия

<sup>2</sup>ООО «Пышма-96», г. Тюмень, Россия

E-mail: alexander\_tobs@mail.ru

На фоне уменьшения рыбных запасов в естественных водоёмах и отсутствия стабильности импорта рыбы из стран поставщиков из-за санкций, введённых против России, в настоящее время наблюдается острая необходимость в производстве дешёвой рыбной продукции для широкого потребления по минимально низким ценам.

В период проведения геологоразведки в западной Сибири были обнаружены большие запасы геотермальной минерализованной воды. В результате проведённой огромной работы в регионе осталось большое количество действующих скважин с геотермальной водой, которая после несложной очистки пригодна для нужд тепловодной аквакультуры. Исходная температура из скважины в пределах 35—37 °С независимо от времени года. Геотермальная минерализованная вода нахо-

дится под давлением и нет необходимости в её перекачке с затратой электроэнергии, вода поступает самотёком под давлением около 2 атм.

Для данных условий экономически оптимальным является выращивание африканского клариевого сома. Для него характерны: высокая скорость роста, низкий кормовой коэффициент, высокая плотность посадки, нетребовательность к растворённому в воде кислороду, выносливость к высоким концентрациям нитратов и нитритов. Также данный объект характеризуется большой устойчивостью к инфекционным, инвазионным заболеваниям, имеет хорошие потребительские кондиции такие как, вкусовые качества и диетичность мяса. Кроме того, при разведении клариевого сома помимо сбалансированных комбикормов в



качестве корма можно использовать переработанные отходы животноводства и птицеводства, может быть использована дешёвая сорная рыба, отходы при переработке сома, что делает производство практически безотходным.

Основной проблемой разведения клариевого сома в России является необходимость поддержания высокой температуры воды порядка 27—29 °С. Такой температурный режим достаточно энергозатратен и требует дополнительного вложения средств, поэтому в России отсутствует рентабельная технология воспроизводства и выращивания клариевого сома.

Решением проблемы может выступать создание высокорентабельной технологии разведения клариевого сома с использованием геотермальной минерализованной воды. Предлагаемая технология обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с классическими технологиями разведения данного объекта аквакультуры, в частности практически полное отсутствие затрат на нагрев воды. Технология не предполагает использование дополнительного оборудования для дезинфекции воды, поскольку вода минерализована и подаётся из скважины, в ней отсутствуют патогенные микроорганизмы различной этиологии. Использование минеральной воды также приводит к повышению жизнестойкости молоди.

Начиная с 2014 г. на предприятии проводятся практические работы по отработке технологии. В настоящее время на рыбхозе ООО «Пышма-96» наработан уникальный

для России практический опыт воспроизводства и выращивания африканского клариевого сома на геотермальной минерализованной воде. Наиболее важным моментом в создании подобной технологии является минимизирование использования пресной воды подогретой до нерестовых температур, пресная вода используется только в период инкубации икры и первичной выдержки предличинки. В результате многочисленных экспериментов подобраны сроки максимально раннего перевода предличинки на геотермальную минерализованную воду, все прочие этапы и циклы выращивания клариевого сома происходят исключительно на геотермальной воде без дополнительных затрат на электроэнергию на прямом токе без обратного водоснабжения, что в конечном итоге значительно понижает себестоимость конечного продукта.

Экспериментально подобраны оптимально необходимые нормы проточности воды в лотках при подращивании личинки, а также концентрация кислорода в геотермальной минерализованной воде. Применительно к условиям воспроизводства африканского клариевого в геотермальной минерализованной воде отработана методика по преодолению критических периодов повышенных рисков гибели личинки до её перехода на дыхание атмосферным кислородом.

В данный момент ведутся эксперименты направленные на повышение качества икры; увеличение выклева жизнеспособной предличинки с помощью различных иммунопротекторных препаратов.

### Литература

**Варади Л., Блохин С.** Аквакультура в Венгрии: достижения, проблемы и перспективы // Итоги тридцатилетнего развития рыбоводства на тёплых водах и перспективы на XXI век: материалы Междунар. симп. СПб., 1998. С. 110—117.

**Власов В.А., Завьялов А.П., Есавкин Ю.И.** Выращивание африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в бассейнах с различным кислородным режимом // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: сб. науч. тр. ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХ им. К.А.Тимирязева по итогам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию её реорганизации в ГНУ ВНИИР. М.: Изд. ВНИИР, 2005. С. 130—139.

**Власов В.А., Ковалев К.В.** Размножение клариевого сома с помощью гипофизарных инъекций // Человек и животные: материалы 3 Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань, 2005. С. 125—127.

**Власов В.А., Никифоров А.И., Фатгалахи М.** Рост клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в УЗВ и его морфологические качества // Человек и животные: материалы 3 Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань, 2005. С. 89—91.

**Томеди Э.М., Тихомиров А.М.** Африканский сом // Рыбоводство и рыболовство. 2000. № 4. С. 14.

**Фаттолахи М.** Влияние массы рыбы и качества комбикормов на экстерьерные показатели африканских клариевых сомов (*Clarias gariepinus*) // Материалы научной конференции молодых учёных и специалистов МСХА. Т. 2. М.: Изд-во МСХА, 2006. С. 269—272.

УДК (597-12:576.85):639.3.09:614.3

## ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПО ИНФЕКЦИОННЫМ БОЛЕЗНЯМ РЫБ. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В.А. Пыльнов, И.В. Бурлаченко

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Москва, Россия

E-mail: pylnov@vniro.ru

Современное рыбоводство характеризуется интенсивным развитием аквакультуры. Однако, как показывает мировой опыт промышленного разведения рыбы, интенсификация аквакультуры связана с появлением целого ряда проблем, среди которых главными являются болезни объектов разведения. Основой рационального планирования и эффективного осуществления мероприятий по борьбе с инфекционными болезнями рыб является эпизоотологический мониторинг, который осуществляется специалистами ветеринарной службы и рыбной отрасли. Эпизоотическую ситуацию по болезням рыб в России и государствах СНГ можно охарактеризовать как относительно стабильную, что обусловлено следующими факторами:

- наличием у культивируемых в стране рыб опасных вирусных инфекций, которые включены в Перечень заразных болезней и являются МЭБ-декларируемыми;

- неопределённость эпизоотического статуса по вирусным, бактериальным и паразитарным инфекциям большинства рыбоводных хозяйств России;

- отсутствием реального ветеринарного контроля за племенными рыбоводческими хозяйствами, межхозяйственными перевозками, экспортом и импортом рыбы и оплодотворённой икры.

В мире создана целая сеть организаций,

которые занимаются вопросами охраны здоровья гидробионтов. Координатором такой работы является Международная Организация здоровья животных (OIE), где работает комиссия по болезням гидробионтов и куда стекается вся информация по болезням гидробионтов в мире. Также эти вопросы курируют: Всемирная продовольственная организация (FAO), Европейская консультативная комиссия по континентальному рыбному хозяйству (EIFAC), Международный Совет по исследованию моря (ISEC), сеть центров аквакультуры в Азиатско-Тихоокеанском регионе (NACA).

В рамках российского законодательства необходимо разработать национальный стратегический план охраны здоровья гидробионтов, который бы позволил осуществлять контроль на современном уровне в каждом регионе России. Основной целью этого плана является:

1) уменьшение риска заноса и распространения инфекционных болезней водных животных;

2) организация постоянного ихтиопатологического контроля на племенных рыбоводческих хозяйствах и предприятиях, а также на предприятиях, которые осуществляют вылов, переработку и хранение рыбы и продукции из неё;

3) в связи с возникновением новых ры-

боводных хозяйств определить перечень всех объектов, которые занимаются разведением рыбы, ракообразных, моллюсков и амфибий, а также организаций осуществляющих вылов, переработку и хранение рыбы и продукции из неё — подлежащих обязательному контролю;

4) разработать научно-исследовательскую Программу в которой идентифицировать научные приоритеты в области здоровья гидробионтов;

5) для гармонизации методов исследования с референтными научными лабораториями Европы и Америки оснастить лаборатории по борьбе с болезнями рыб необходимыми материалами, оборудованием, аквариальной базой;

6) организовать подготовку специалистов по борьбе с болезнями водных животных;

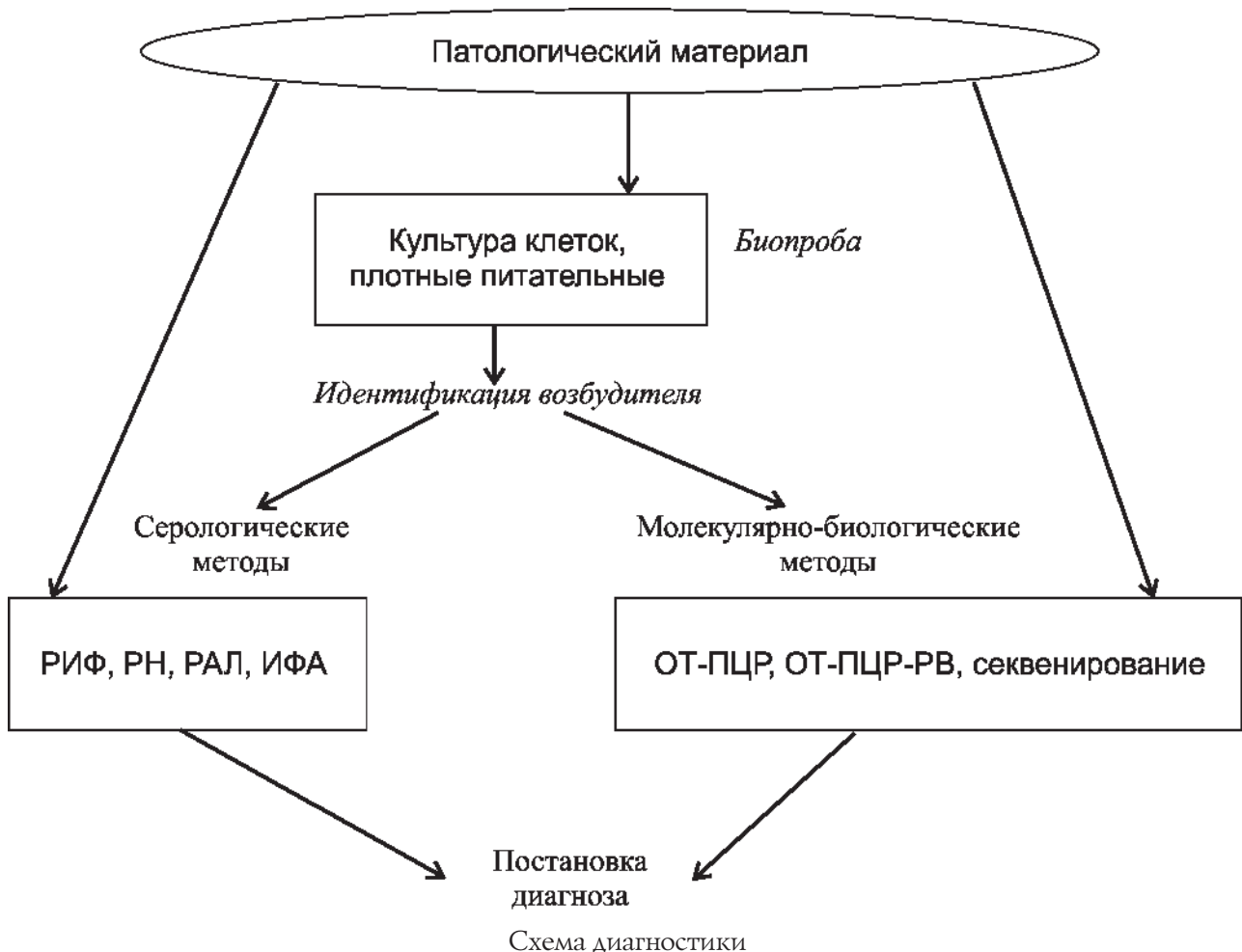
7) создать законодательную базу, обеспечивающую ихтиопатологическое благополучие.

Важным этапом профилактики опасных болезней гидробионтов является ранняя

диагностика — от наблюдений рыбовода-ихтиопатолога до проведения лабораторных исследований на уровне гипердиагностики. Классическая схема диагностики включает сбор данных, отбор проб патологического материала у рыб и поэтапное исследование полученных проб с помощью различных методов: микроскопических, серологических и молекулярно-биологических.

Лабораторная диагностика по принципу действия представлена на рисунке.

Важный этап при проведении диагностических исследований это отбор проб патологического материала. Отбор проб на вирусы и бактерии проводится согласно инструкциям. Посев на питательные среды и культуры клеток рыб может заменить постановку биопробы при получении диагноза. Серологическая диагностика включает реакцию нейтрализации (РН), реакцию латекс агглютинации (РАЛ), реакцию иммунофлуоресценции (РИФ), реакцию диффузной преципитации (РДП), иммуноферментный анализ. Использование молекулярно-биологических



методов предполагает постановку обратной транскрипции и ПЦР в различных форматах. Представленная методическая база имеет комплексный характер в условиях научной лаборатории института. Использование серологических методов предполагает сложную базовую подготовку для их применения. Начиная с получения полевых изолятов вирусов и бактерий, их культивирования, изучения физико-химических и биологических свойств, депонирования штаммов, поддержания коллекции. Продолжение научно-исследовательской работы при разработке серологических методов связано с получением препаратов вирусов и бактерий для иммунизации животных. Методика получения поликлональных сывороток и моноклональных антител хорошо отработана, но сильно зависит от качества полученных антигенов. Дальнейшая работа направлена на разработку реакции нейтрализации, иммуноферментного анализа или другого метода и сопряжена с целым рядом факторов, которые необходимо учитывать. В России разработаны и используются выделение вирусов на культурах клеток рыб и посев на питательные среды для оценки и определения микрофлоры. Реакция нейтрализации широко используется для исследования сывороток крови рыб на наличие антител к тому или иному микроорганизму. К достоинствам реакции следует отнести её универсальность и специфичность. Недостатки — трудоёмкость и длительность.

Одним из широко используемых в настоящее время иммунохимических методов диагностики инфекционных болезней рыб является реакция агглютинации латекса (РАЛ), которая применяется для выявления небольших количеств антигенов или антител в исследуемом материале. РАЛ основана на специфическом взаимодействии антигена и антитела, один из которых иммобилизован на поверхности латексных частиц. Используют для обнаружения в исследуемом образце антигенов или антител при смешивании биологической жидкости с суспензией латексного препарата. Важным преимуществом РАЛ является возможность проведения анализа как в условиях лаборатории, так и в полевых условиях, например, на рыбоводных хозяй-

ствах. Стоимость исследования значительно ниже, чем при использовании других диагностических тест-систем. Длительность реакции составляет 10—30 мин. При этом метод достаточно чувствительный и специфичный, что позволяет получать достоверные результаты при диагностике заболеваний. По своей диагностической чувствительности РАЛ значительно превышает иммунодиффузные тесты, реакцию преципитации в геле и встречный иммуноэлектрофорез, не уступает реакции пассивной гемагглютинации и при использовании специальных анализаторов для учёта степени агглютинации может конкурировать с иммуноферментным анализом. В отличие от иммунохроматографического метода, своего конкурента по скорости выполнения анализа, изготовление латексных препаратов технологически значительно проще, быстрее и экономически менее затратное. Латексные диагностикумы хорошо работают с поликлональными антителами, и для их изготовления требуется один вид антител или антигена, тогда как для иммунохроматографических тестов требуется, как правило, несколько видов моноклональных антител. Основным недостатком РАЛ является вероятность возникновения спонтанной агглютинации, которая может наблюдаться при наличии в исследуемых биологических жидкостях посторонних белков или при длительном хранении в нестандартных условиях.

Метод иммуноферментного анализа, согласно литературным данным, был разработан специалистами в 1980-е и 1990-е гг., однако коллекция штаммов вирусов и бактерий была утрачена, методики не утверждены, конечные результаты не опубликованы, диагностикумы не разработаны. Поэтому разработка метода иммуноферментного анализа в настоящее время требует регулярных скрининговых исследований с целью изучения эпизоотической обстановки и получения полевых изолятов микроорганизмов. Необходимо современное оборудование и грамотные специалисты.

Таким образом, для выявления антигенов и антител к вирусам и бактериям разработаны многочисленные серологические реакции и их варианты. Однако, эти реакции зачастую характеризуются недостаточной

чувствительностью и специфичностью, что стимулирует исследования по разработке более совершенных диагностических методов. Актуальность разработки и применения новых методов лабораторной диагностики инфекционных заболеваний у рыб, дополняющих традиционные методические подходы, основана на потребности в более совершенных и чувствительных методах детекции возбудителей инфекций. Молекулярно-биологические и, в первую очередь, полимеразная цепная реакция, позволяющая в течение нескольких часов без этапа культивирования, с высокой чувствительностью дать заключение о наличии в исследуемом материале патогенного микроорганизма, рассматриваются в этом плане как наиболее перспективные. Как диагностический метод ПЦР обладает целым рядом достоинств. Он позволяет выявлять следовые количества нуклеиновых кислот и по чувствительности превосходит другие методы диагностики. Реакция позволяет обнаруживать даже деградированную ДНК или РНК, оставшуюся после разрушения микроорганизма. Для повышения чувствительности применяется так называемая гнездовая ПЦР, когда внешние и внутренние праймеры являются общими для различных генов или внутренние специфичны для каждой из них. В этой связи предложен экспресс-метод проведения ОТ-ПЦР-РВ в формате микрочипов, позволяющий одновременно выявлять вирусы инфекционного гемопозитического некроза (ИГН), вирусной геморрагической септицемии (ВГС) и инфекционного некроза поджелудочной железы (ИПН) в патматериале лососёвых рыб. Метод предполагает использование микрочипового амплификатора нуклеиновых кислот в режиме реального времени «АриаДНА»®. Прибор представляет собой компактную установку, соответствует требованиям классических стандартов и может быть установлен в помещении лаборатории рыбного комплекса. Применяется метод одновременной детекции генетического материала различных вирусов в патматериале от рыб на основе обратной транскрипции с последующей полимеразной цепной реакцией (ОТ-ПЦР) с гибридационно-флуоресцентной детекцией продуктов ПЦР. Метод

предполагает использование микрочипа с лиофилизированными ПЦР-смесями в микрообъёмах ячеек. Минимальная детектируемая концентрация вирусов ИГН, ВГС, ИПН, ВВК (весенняя виремия карпа) составляет 1 нг/мл. Регистрация результатов амплификации происходит в режиме «реального времени». Изменение уровня флуоресценции по каналам FAM и ROX отображается на графиках. Анализ результатов проводится с помощью программного обеспечения микрочипового амплификатора нуклеиновых кислот «АриаДНА»®, в котором задаются все необходимые параметры по температурному режиму, количеству циклов и детекции. Таким образом, ПЦР может быть надёжным инструментом как для детекции и типирования микроорганизмов, так и для изучения персистентной инфекции.

Идентификация штаммов является заключительным этапом лабораторной стадии диагностики различных вирусов и бактерий. Это даёт дополнительную информацию при проведении эпизоотологических исследований и установления возможного источника инфицирования. Для идентификации штамма применяется анализ полиморфизма длин амплифицированных фрагментов (ПДАФ) после рестрикции и секвенирование. Метод ПДАФ включает обратную транскрипцию, амплификацию и разрезание ферментами рестрикции амплифицированной ДНК. Секвенирование продуктов ПЦР позволяет определить первичную структуру фрагментов генома, а сравнение этих последовательностей даёт возможность осуществлять штаммовую идентификацию изолятов микроорганизмов. Таким образом, молекулярно-генетический анализ позволяет выявлять связи между изолятами и определять источники инфицирования, что невозможно достичь другими методами.

Проведённый анализ по методам диагностики инфекционных болезней рыб показывает, что для проведения эпизоотологического мониторинга необходимо разрабатывать и совершенствовать различные методы диагностики. Для выявления антигена и специфических антител используют серологические методы, но они имеют ряд недос-

татков, основным из которых является низкая чувствительность и недостаточная специфичность. Поэтому в последние годы при разработке методов диагностики активно используются подходы, основанные на выявлении в исследуемых образцах специфических фрагментов геномов возбудителей. Генная диагностика стала одними из самых популярных методов лабораторного анализа. Несмотря на то, что методы диагностики с использованием ПЦР в различных форматах применяются достаточно широко, многие вопросы, обеспечивающие качественную сторону ПЦР требуют оптимизации. Так возникает необходимость в отработке метода выделения ДНК и РНК, расчёте праймеров, обеспечивающих высокую чувствительность и специфичность ПЦР. Требуется разработка метод индикации генома вирусов и бактерий в различных па-

тологических материалах от больных рыб. А в связи с появлением новых изолятов вирусов и бактерий возникает необходимость в проведении сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей выявленных вариантов с гомологичными последовательностями других штаммов изучаемых вирусов и бактерий у рыб, для чего необходимо иметь банк данных нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.

Перечисленные вопросы служат основанием проведения исследований с целью разработки универсального метода детекции инфекционных возбудителей у рыб. А разработанные методы и имеющиеся данные могут быть использованы для совершенствования диагностики и изучения филогенетических связей между различными штаммами и изолятами вирусов и бактерий.

УДК 639.3

### РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЯМЫХ И ВОЗВРАТНЫХ ГИБРИДОВ СТЕРЛЯДИ С КАЛУГОЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ТЁПЛЫХ ВОДАХ ПРИМОРЬЯ

Е.И. Рачек

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГБНУ «ТИНРО-Центр»), г. Владивосток, Россия*

E-mail: evgeniy.rachek@tinro-center.ru

Создание новых районированных пород, кроссов и гибридных форм осетровых рыб, адаптированных к условиям содержания в различных регионах России, является одной из задач аквакультуры. Целью селекционных работ являются высокий темп роста новых объектов осетроводства, раннее созревание, высокая плодовитость, малая смертность на всех этапах онтогенеза, лучшая приспособляемость к искусственным кормам и условиям обитания в искусственных сооружениях. Наиболее перспективными в плане создания новых пород и гибридных форм являются тепловодные хозяйства и УЗВ, где за счёт удлинения вегетационного периода сроки созревания осетровых намного сокращаются.

С 2005 г. ТИНРО-Центр проводит селекционные работы по межродовой гибридизации волжской стерляди с хищным аборигенным видом из р. Амур — калугой.

Предпосылками работы являлось наличие собственных продукционных стад волжской стерляди и калуги (Рачек, Скирин, 2008).

Калуга на тот момент считалась ближайшим родственником белуги с числом хромосом около 120, как у стерляди. Предполагалось получение фертильного дальневосточного аналога гибрида белуги со стерлядью — бестера. Как известно, товарное осетроводство в России началось именно с промышленного освоения этого гибрида. Дальнейшие работы, связанные с селекцией бестера и его возвратных гибридов на белугу и стерлядь позволили создать три породы — «Бурцевская», «Внировская» и «Аксайская», зарегистрированные как селекционные достижения.

Проводя межродовое скрещивание, мы надеялись на успешную гибридизацию, ожидали ускоренный темп роста гибрида, унаследованный от калуги, улучшенное качество

мяса, унаследованное от стерляди. Генетическая отдалённость и географическая разобщённость стерляди и калуги предполагали высокий уровень гетерозиса полученного гибрида. Нами предполагалось получение в перспективе плодовых гибридов и проведение селекционной работы по формированию на их основе породных групп для культивирования в осетровых хозяйствах товарного профиля Дальневосточного региона.

Геномы стерляди и калуги оказались совместимыми и в результате экспериментов в 2005 и 2006 гг. были получены первые реципрокные гибриды стерляди с калугой и калуги со стерлядью, получившие название «кастеры». Кастеры оказались весьма перспективными кроссами для выращивания в садках тепловодного хозяйства (Товарное выращивание ... , 2009). В дальнейшем они стали основными объектами товарного осетроводства в Приморском крае. На оба гибрида были получены патенты на селекционные достижения.

Однако уже через 3 года после начала экспериментов появились отечественные и зарубежные публикации, в которых на основе новых данных генетических исследований доказывалось, что калуга ведёт происхождение от тихоокеанской ветви осетровых, не имеет никаких родственных связей с белугой, а её набор хромосом близок к 270. Таким образом, полученные гибриды стерляди и калуги с разным уровнем пloidности и числом хромосом должны быть стерильными, и селекционная работа с ними признавалась бесперспективной (Кариотипы калуги ... , 2008).

В то же время на гистологических препаратах половых желёз десятков вскрытых товарных гибридов в возрасте 3+ кг было хорошо заметно развитие воспроизводительных органов и дифференцировка пола.

Нами было сделано предположение о возможном скором созревании самцов и самок гибридных форм. Так оно и произошло. Вначале в возрасте 5 лет созрели практически все самцы гибридов (Экспериментальное подтверждение ... , 2010). Затем начали созревать и давать полноценную икру отдельные самки кастеров. Оказалось возможным проводить возвратные скрещивания созревших самок

гибридов с исходными видами для скрещивания (Кариотипы калуги ... , 2017). В общей сложности было получено 8 возвратных гибридов кастеров, которые в последнее время изучаются как объекты культивирования в садках и материал для селекционных исследований.

Настоящая работа посвящена обзору основных результатов исследований, проведённых за последние 12 лет работы с гибридными формами Ст × К и К × Ст и четырьмя беккроссами с использованием спермы самцов этих гибридов.

### Материал и методы

Работы проводили на тепловодной научно-исследовательской станции (НИС) ТИНРО-Центра, расположенной в пгт Лучегорск на территории самой крупной тепловой электростанции Приморского края — Приморской ГРЭС. Это полносистемное тепловодное хозяйство, имеющее в своём составе 128 типовых садков из дели площадью 10 м<sup>2</sup>, закреплённых на понтонных секциях линии ЛМ-4, установленной в водоподводящем канале электростанции. В непосредственной близости от канала находится инкубационно-выростной комплекс (ИВК), включающий 5 модулей разного назначения, оснащённых аппаратом «Осетр», лотками, бассейнами и силосами, предназначенными для выдерживания производителей, инкубации икры и подращивания молоди как в режиме УЗВ, так и на прямоточном водоснабжении.

Объектами исследований являлись производители исходных маточных стад стерляди и калуги, а также икра, личинки, молодь, товарные особи, ремонт и производители прямых и возвратных гибридов.

Продукционные стада волжской стерляди обычной расцветки и альбиносов нескольких возрастных генераций выращены от личинок, интродуцированных на НИС в 1992 г. из Волгореченского тепловодного хозяйства. Для целей гибридизации использовались производители стерляди (Ст) в возрасте от 9 до 19 лет массой от 1,8 до 5,7 кг. Калуга (К) представлена самками и самцами генераций 1996, 1998 и 1999 гг., выращенными из личинок, полученных от производителей природных популяций р. Амур. Возраст производителей

от 9 до 18 лет, масса от 54 до 98 кг. Для стимуляции созревания производителей обоих видов применяли одноразовые инъекции гормоностимулирующего препарата «сурфагон». Икру получали методом надрезки яйцеводов с сохранением жизни самок.

Далее все операции стандартные для осетровых рыб — обесклеивание икры, её инкубация, выдерживание личинок, перевод на активное питание, выращивание молоди в лотках, бассейнах и силосах, перевод в садки, где рыбу выращивали до товарного размера или в качестве ремонта. При выращивании личинок и молоди до массы 1 г использовали живые корма в сочетании со стартовыми, затем стартовые и продукционные корма с различным размером гранул. Живые корма представлены науплиями артемии и её декапсулированными яйцами, трубочником, мотылём, икрой диких карповых рыб из водоёма-охладителя. Все стартовые и продукционные корма с содержанием протеина от 36 до 45 % произведены в ТИН-РО-Центре по собственным рецептурам.

В процессе исследований изучали темп роста рыб на различных этапах культивирования, выживаемость, кормовые затраты на прирост, рыбопродуктивность садков. Всех рыб регулярно взвешивали для расчёта новых норм кормления. При осенних бонитировках по 30—150 экз. каждого гибрида всех возрастных групп измеряли, взвешивали, определяли коэффициент упитанности по Фультону, используя для расчётов длину АС. Для выявления стадий зрелости половых продуктов ремонта и производителей использовали прибор УЗИ-диагностики DP 6600, контрольные

определения у некоторых проблемных особей производили посредством щупа.

Товарных гибридов подвергали биохимическому анализу, при котором определяли содержание в мясе рыб белков, жиров и влаги.

### Результаты и обсуждение

Инкубация икры, подращивание молоди в бассейнах. Инкубация икры гибридов при температурах 15,2—19,0 °С продолжалась от 97 до 159 ч. За 12 нерестовых кампаний 2005—2017 гг. средний выход постэмбрионов гибридов Ст × К составил 71,0 % (46—95 %). Выход постэмбрионов гибридов К × Ст в 7 нерестовых кампаниях оказался несколько ниже — 68,5 % (44—82 %).

Личинки гибрида Ст × К при температурах 19—21 °С полностью переходили на активное питание через 8—9 сут. выдерживания в бассейнах, личинки гибрида К × Ст несколько позже — через 9—10 сут.

В бассейнах молодь выращивали до массы 20—35 г в течение 2—3 месяцев, проводя сортировки и уменьшая плотность посадки. Общие затраты всех типов живых и искусственных кормов при выращивании молоди в бассейнах варьировали от 1,0 до 2,3 кг/кг прироста и всегда были меньше у гибридов К × Ст. Гибридные формы стерляди с калугой унаследовали хищнические инстинкты калуги, поэтому у их личинок и молоди отмечен высокий уровень каннибализма. В первый год культивирования выживаемость гибридов от личинки до сеголетка в результате каннибализма не превышала 30 %. В дальнейшем удалось добиться увеличения выживаемости молоди в бассейнах до 60—76 % за счёт своевременного отбора лидирующих по размерам

Таблица 1

Размерно-массовые показатели гибридов в возрасте от сеголетка до ремонта (обобщённые данные по всем возрастным генерациям)

Гибридная форма	Показатель	Возраст рыбы							
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Ст × К*	Масса, г	167	1 138	2 687	5 536	9 436	11 414	13 776	16 691
	Длина АС, см	30,0	54,3	70,9	87,3	102,6	109,2	115,5	122,0
	Коэф. упит.	0,70	0,78	0,85	0,94	1,00	1,01	1,03	1,06
К × Ст**	Масса, г	185	1 055	2 766	5 241	8 147	11 183	12 872	15 855
	Длина АС, см	30,1	52,9	70,3	85,4	98,2	107,0	113,0	120,2
	Коэф. упит.	0,75	0,80	0,91	0,96	1,00	1,05	1,04	1,04

Примечание — \* 12 генераций; \*\* 7 генераций



Таблица 2

Выживаемость гибридных форм стерляди с калугой при выращивании в садках от сеголеток до товарных размеров (2005—2017 гг.), %

Гибридная форма	Возраст рыбы				
	0+	1+	2+	3+	4+
Ст × К	90,1	80,7	92,8	93,0	100,0
К × Ст	89,8	80,6	90,5	96,0	100,0

особей, а также использования для кормления на личиночных и мальковых этапах крупных форм живого корма, представленного трубочником, мотылём, икрой диких пёстрых толстолобиков.

Выращивание гибридов в садках. Сеголетки обоих гибридов в садках вырастали до 100—250 г в зависимости от температуры воды в августе—октябре, начальной массы молоди при переводе из бассейнов и рецептов кормов. Средняя масса сеголеток кастера с материнской кровью стерляди за многолетний период наблюдений была почти на 20 г меньше (см. табл.1).

В возрасте двухлетка и трёхлетка средняя масса обоих гибридных форм отличалась незначительно. Начиная с четырёхлетка, масса и длина гибрида Ст × К постоянно превышали таковые у гибрида К × Ст.

Выживаемость. Выживаемость сеголеток в садках после перевода из бассейнов варьировала от 73 до 97% и составила около 90 % для обеих гибридных форм (табл. 2).

Наибольшие отходы отмечены при зимовке сеголеток и в начале сезона выращивания двухлеток, когда элиминировала основная часть мелких нежизнеспособных особей. При дальнейшем содержании выживаемость гибридных особей постоянно возрастала, имея весьма близкие значения для обеих гибридных форм. Начиная с возраста пятилеток, отмечена 100 % выживаемость гибридов.

Затраты корма на прирост. Затраты корма на прирост после перевода молоди из бассейнов в садки всегда возрастали. Средние затраты корма на прирост сеголеток Ст × К за период опытов составили 2,8 кг/кг, затраты корма на прирост гибридов К × Ст оказались выше — 3,0 кг/кг.

При выращивании двухлеток эти значения были равны и составили 2,4 кг/кг, при выращивании трёхлеток 2,5 и 2,7 кг/кг, при выращивании четырёхлеток 2,9 и 2,4 кг/кг прироста соответственно.

Рыбопродуктивность садков с товарной рыбой. Рыбопродуктивность садков с товарными трёхлетками гибридов Ст × К варьировала в разные годы от 65 до 80 кг/м<sup>2</sup>, составив в среднем 71 кг/м<sup>2</sup>. У товарных трёхлеток гибридов К × Ст эти значения изменялись в пределах 60—103 кг/м<sup>2</sup>, составив в среднем 82 кг/м<sup>2</sup> садка.

Рыбопродуктивность четырёхлетних особей гибридов Ст × К составила в среднем 95 кг/м<sup>2</sup> при небольших колебаниях от 91 до 99 кг/м<sup>2</sup> садка. Рыбопродуктивность четырёхлеток гибридов К × Ст генерации 2006 г. в 2009 г. достигла уровня 101 кг/м<sup>2</sup> садка.

Состав мышечной ткани гибридной формы «стерлядь × калуга». Ниже приведены результаты сравнительного биохимического анализа состава мышечной ткани товарной калуги и гибридной формы Ст × К четырёхлетнего возраста массой около 4 кг (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав мышечной ткани калуги и гибрида стерляди с калугой, выращенных в садках Лучегорской НИС, % от сырой массы\*

Виды и гибриды	Содержание				Энергетическая ценность, ккал
	Влага	Белок	Липиды	Минеральные вещества	
Калуга	77,2	18,4	2,7	1,3	97,9
Стерлядь × калуга	75,0	18,5	5,2	1,3	120,8

Примечание — \* (Товарное выращивание ..., 2009)

По сравнению с калугой — исходным видом для скрещивания, мясо кастера содержит меньше влаги, больше белка и липидов и имеет более высокую энергетическую ценность.

Крупных особей гибридных форм часто использовали для целей копчения (см. рисунок).



Отгрузка товарных гибридов на технологическую переработку

Процесс созревания половых продуктов у гибридных особей. Осенью 2009 г. при вскрытии товарных гибридов был проведён анализ пола у случайно отобранных особей каждой гибридной формы в общем количестве около 90 ос. Возраст рыб 3+, масса 3,3—5,0 кг. У гибрида Ст × К соотношение самок и самцов равнялось 1 : 1,5, у гибрида К × Ст — 1 : 1,1.

Дифференцировка пола у обеих гибридных форм была очевидной и заметной невооружённым глазом. У большинства самок зарегистрирована II стадия зрелости яичников, некоторые яичники находились на пе-

реходной стадии II—III с размером ооцитов 200—230 мкм.

Семенники большинства самцов находились на II стадии зрелости, но имелись самцы с семенниками на II—III и III стадиях зрелости. При осенней бонитировке 2009 г. ремонтного стада гибридов Ст × К в возрасте 4+ были выявлены первые самцы с семенниками на III и III—IV стадиях зрелости. У некоторых самцов отмечено покраснение полового отверстия.

Весной 2010 г. у нескольких десятков пятигодовалых самцов гибридов Ст × К проявилась брачная окраска — на крыше черепа образовался белый налёт, характерный для созревающих производителей стерляди, но полностью отсутствующий у производителей калуги. Самцы гибридов К × Ст созрели в 2012 г. в возрасте семигодовиков. После однократной инъекции сурфагоном самцы обоих гибридов с наиболее интенсивной окраской головы созрели через 19—22 ч и от них получили по 50—170 мл эякулята спермы визуальнo разного качества — почти прозрачной, слегка мутноватой, цвета разбавленного молока и молока. Позже российские генетики установили, что самцы кастеров продуцируют сперму с тремя различными наборами хромосом (Karyological study ... , 2014). Концентрация спермиев варьировала от 56 тыс. шт./мм<sup>3</sup> до 4,9 млн шт./мм<sup>3</sup>, подвижность составляла 4 балла. Смесью спермы от всех созревших самцов в 2010—2013 гг. осеменяли икру калуги и стерляди, получив четырёх возвратных гибридов — Ст × (Ст × К), К × (Ст × К), Ст × (К × Ст) и К × (К × Ст).

Таблица 4

Результаты выращивания возвратных гибридов в бассейнах и садках

Гибридная форма	Выращивание в бассейнах			Выращивание в садках				
	Начальная масса, мг	Конечная масса, г	Выживаемость, %	Масса сеголеток, г	Масса двухлеток, г	Масса трёхлеток, г	Масса четырёхлеток, г	Масса пятилеток, г
Ст × (Ст × К), 2010, 2012	0,036	26	25,7	126	645	1290	2130	3645
К × (Ст × К), 2010, 2011	0,058	29	18,9	141	1180	2860	4200	5730
Ст × (К × Ст), 2012, 2013	0,040	25	61,1	112	942	2800	4730	7465
К × (К × Ст), 2013	0,027	30	41,7	130	1097	2640	4450	6885

Результаты нерестовых кампаний самок гибридов Ст × К и К × Ст (F1)

Гибридная форма, № самки	Год нереста/ возраст, лет	Масса самки, кг	Масса икры, кг	Масса одной икринки, мг	Рабочая плодовитость, тыс. шт. икр.	Осоматический индекс, %
Ст × К, 3809	2014/9	16,9	1,48	12,6	117	8,8
	2015/10	16,9	1,62	14,9	108	9,6
	2016/11	18,5	1,84	15,3	120	10,0
	2017/12	19,1	2,61	19,5	194	13,6
Ст × К, 43CF	2016/11	24,9	2,23	11,7	190	8,9
Ст × К, 5F7E	2017/12	27,5	1,32	13,6	97	4,8
К × Ст, 0872	2017/11	26,6	1,184	22,0	53	4,5
К × Ст, 505E	2017/11	27,7	0,45	22,2	20	1,6

Выход предличинок возвратных гибридов от икры во всех вариантах скрещиваний оказался довольно высоким и в большинстве опытов варьировал от 41 до 88 %.

В дальнейшем возвратных гибридных особей выращивали по обычной схеме (см. табл. 4).

Как видно из полученных результатов, при культивировании в бассейнах масса молодки варьировала от 25 до 30 г. Значительно большей выживаемостью на этом этапе характеризовались гибриды с отцовской кровью К × Ст. Среди сеголеток максимальной массой отличались гибриды с материнской кровью калуги. В возрасте пятилеток самая низкая масса тела оказалась у гибрида Ст × (Ст × К) с  $2/3$  крови стерляди. В то же время самая высокая масса оказалась у гибрида Ст × (К × Ст) также с  $2/3$  крови стерляди. Выживаемость особей обоих гибридов, начиная от сеголеток до пятилеток, варьировала в пределах от 89 до 99 %.

Получение икры от созревших самок прямых гибридов. Первая самка гибрида Ст × К созрела в 2014 г. в возрасте 9 лет и участвовала в нерестовых кампаниях 4 года подряд (табл. 5).

Продукционные показатели самки с каждым годом возрастали. Две другие самки созрели на 2—3 года позже при большей массе тела и икре меньших размеров. Осенью 2017 г. вновь выявлены зрелая самка № 3809,

которая будет нереститься пятый раз подряд и самка № 43CF, которая будет нереститься с пропуском в один год. Кроме того, найдено ещё 4 впервые созревающие самки Ст × К, которые будут впервые участвовать в нересте в возрасте 13 лет. Две самки гибридов К × Ст впервые созрели в возрасте 11 лет при высокой массе тела, продуцировали икринки более крупных размеров, но выход икры относительно массы тела был ниже, чем у гибридов Ст × К. Весной 2018 г. самка № 505E будет участвовать в нересте повторно.

Обобщая приведённые выше результаты, можно сказать следующее. Гибридные формы между стерлядью и калугой оказались весьма перспективными быстрорастущими объектами тепловодной аквакультуры, рыбопродуктивность которых может достигать 100 кг/м<sup>2</sup> садка при достаточно хорошей утилизации корма. Мясо гибридов имеет высокую пищевую ценность и пригодно для всех видов технологической переработки. Оба гибрида оказались фертильными. Самцы созревают в возрасте 5—7 лет, самки в возрасте 9—12 лет. Часть самок обоих гибридов созревают ежегодно. На основе прямых гибридов между стерлядью и калугой F1 создано 8 беккроссов, 4 из которых описаны в данной работе. Все они будут использованы для проведения дальнейших селекционных и генетических исследований.

### Литература

Кариотипы калуги, *Huso dauricus*, и сахалинского осётра, *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae, Pisces) / В.П. Васильев [и др.] // Биоразнообразие и динамика генофондов: материалы отчётн. конф. М., 2008. С. 19—21.

**Рачек Е.И., Скирин В.И.** Межродовой гибрид стерляди и калуги как перспективный объект товарного рыбоводства // Современное состояние водных биоресурсов: материалы науч. конф., посв. 70-летию С.М. Коновалова (25—27 марта 2008 г., Владивосток). Владивосток: ФГУП «ТИНРО-Центр», 2008. С. 778—782.

Товарное выращивание межродовых гибридов стерляди с калугой в тепловодном хозяйстве / Е.И. Рачек [и др.] // Осетровое хозяйство. 2009. № 3. С. 52—63.

Экспериментальное подтверждение фертильности самцов межродового гибрида (F1) стерляди (*Acipenser ruthenus*) и калуги (*Huso dauricus* (GEORGI)) / Е.И. Рачек [и др.] // Осетровое хозяйство. 2010. № 4. С. 52—60.

Karyological study in backcross hybrids between the starlet, *Acipenser ruthenus*, and kaluga *A. dauricus* (Actinopterygii: Acipenseriformes: Acipenseridae): *A. ruthenus* × (*A. ruthenus* × *A. dauricus*) and *A. dauricus* × (*A. ruthenus* × *A. dauricus*) / V.P. Vasil'ev [et al.] // Acta ichthyologica et piscatoria. 2014. Vol. 44 (4). P. 301—308.

УДК 639.3.034

## ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* LINNAEUS, 1758) В УСТАНОВКАХ С ЗАМКНУТЫМ ВОДООБМЕНОМ НА ПРИМЕРЕ МОЖАЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Русакова, М.А. Хохлова

Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»), пос. Рыбное Московской обл., Россия

E-mail: kafvba@mail.ru

Восстановление запасов осетровых рыб — одна из важнейших проблем современного искусственного воспроизводства, которую можно решить при использовании индустриальных методов выращивания жизнеспособного посадочного материала. Возможность регулирования параметров водной среды, грамотное управление системой и поддержание здоровья рыб с учётом санитарно-ветеринарных мероприятий в условиях УЗВ позволяют вырастить жизнеспособную молодь.

Целью настоящей работы было выявление особенностей технологии выращивания стерляди (*Acipenser ruthenus* LINNAEUS, 1758) в установках с замкнутым водообменом на примере Можайского производственно-экспериментального рыбоводного завода (МПЭРЗ), расположенного в Можайском районе Московской области.

Введённый в строй в 2000 г. он является Государственным рыбоводным предприятием, находящимся в оперативном управлении Московского бассейнового управления по рыболовству и сохранению водных биологи-

ческих ресурсов (Мосрыбвод) Росрыболовства РФ.

МПЭРЗ — рыбоводное предприятие, на котором содержание осетровых видов рыб осуществляется полностью в установках замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ). Завод оборудован аппаратом для инкубации икры «Осетр», лотками для выдерживания и перевода на активное питание личинок осетровых рыб (10 шт.), бассейнами для выращивания и адаптации молоди осетровых (30 шт.), бассейнами для старших возрастных групп (12 шт.), бассейнами большой площади (3 шт.), предназначенными для постоянного содержания и выращивания ремонтно-маточного поголовья и коллекционных экземпляров осетровых рыб, а так же независимыми бассейнами с автономной системой терморегуляции (5 шт.).

Технологические операции водоиспользования включают:

1. Размещение и содержание осетровых видов рыб в рыбоводных ёмкостях (инкубационные аппараты, бассейны), в которых осуществляются все рыбоводно-технологические операции.

2. Первичная механическая очистка (барбанный фильтр), предназначенная для удаления из воды, вытекающей из рыбоводных ёмкостей, взвешенных веществ (главным образом экскрементов и остатков не съеденного корма).

3. Биологическая очистка воды (биофильтр), предназначенная для очистки воды от органических веществ. Биофильтр заполнен сотовой загрузкой, представляющей собой отдельные элементы (соты) из пластиковых трубок малого диаметра — поверхности загрузки являются носителями колоний бактерий, которые выполняют биологическую очистку рабочей среды (разложение органического вещества и аммиака). Гетеротрофные бактерии окисляют органическое вещество, потребляя кислород и производя углекислый газ, аммиак и шлам. Нитрифицирующие бактерии преобразуют аммиак в нитрит, а затем в нитрат.

4. Вторичная механическая очистка (отстойник — ёмкость успокоитель, предназначенная для очистки воды от взвешенных веществ).

5. Терморегуляция для регулировки и поддержания заданной температуры оборотной воды. Поддержание оптимальной температуры воды в системе выращивания является важнейшей задачей, поскольку скорость роста рыб напрямую связана с температурой воды.

6. Бактерицидная обработка воды (озонирование, УФ-облучение) предназначена для снижения уровня бактериального загрязнения циркулирующей воды.

7. Насыщение воды атмосферным кислородом (аэрация).

8. Перекачка оборотной воды (насосы) необходима для осуществления последовательного непрерывного перемещения оборотной воды по всем вышеназванным элементам системы, обеспечивающим выполнение вышперечисленных функций и в итоге — нормальную жизнедеятельность культивируемых гидробионтов.

9. Накопление оборотной воды в специальной ёмкости, необходимой для обеспечения питания насоса (Жигин, 2011).

Всего на заводе 2 модуля, обеспечивающие качество воды.

На Можайском ПЭРЗ сформирована и содержится полная коллекция осетровых: стерлядь окской и волжской популяций, байкальский, амурский, русский, сахалинский, ленский осётры, а также шип, севрюга, белуга и калуга. Уникальность данной коллекции заключается в видовом и популяционном разнообразии.

Биологические особенности стерляди (*Acipenser ruthenus* LINNAEUS, 1758). Стерлядь имеет окраску спины от тёмно-серой до серовато-коричневой, брюхо белое. Широко распространённый вид, населяющий реки бассейнов Чёрного, Азовского, Каспийского, Балтийского, Белого, Баренцева и Карского морей. Самый мелкий представитель рода. Длина тела не более 1 м, и масса до 6—6,5 кг. Предельная продолжительность жизни — 26—27 лет. Питается водными личинками насекомых, мелкими моллюсками, икрой других рыб. Созревает в возрасте 4—5 лет (самцы) и 5—7 лет (самки). Размножается в зависимости от географической широты водоёма с апреля по июнь на течении, на галечниково-песчаных грунтах. Нерестилища обычно рас-полагаются на глубине от 7 до 15 м. Нерест происходит при температуре воды 10—15 °С. Плодовитость крупных самок может превышать 100 тыс. икринок (Атлас пресноводных рыб России, 2002).

Технологический цикл получения и выращивания молоди стерляди включает несколько этапов (см. рисунок).

На МПЭРЗ проводится бонитировка 2 раза в год в течение трёх дней — весной (в конце мая) и осенью (в конце октября). При бонитировке производителей осматривают, прибором считывают чип, который несёт в себе индивидуальный номер, берут пробу гонад, а затем взвешивают рыбу. Для определения пола и оценки стадии зрелости гонад применяется метод биопсии гонад (шуповой).

На заводе проводится искусственная зимовка после весенней бонитировки. Зимовка — содержание рыб при низкой температуре (2—9 °С) в течение 2—3 месяцев. В течение всего периода зимовки осуществляют контроль за санитарным состоянием бассейнов и уровнем гидрохимических показателей, а также за состоянием и поведением рыб. Кормле-



Технологический цикл получения и подращивания молоди стерляди

ние производителей в период зимовки не осуществляется, что является важным условием эффективного завершения дозревания гонад.

Перевод в нерестовый режим проводят постепенно с суточным градиентом повышения температуры не более 1 °С в сутки в течение 10 дней (с 4 до 14 °С). Затем производителей выдерживают 3 дня при нерестовых температурах (14—15 °С).

Подготовку к гормональному стимулированию производителей начинают при температуре воды 10—15 °С. Из гонадотропных препаратов, используют гипофиз карповых. Затем следует получение половых продуктов путём надрезания яйцеводов.

Осеменение икры осетровых проводят полусухим «русским» способом. Данный метод позволяет избежать проявления полиспермии, обусловленной наличием в яйцах осетровых рыб большого числа микропиле (Чебанов, Галич, Чмырь, 2004).

Для инкубации икры осетровых на Можайском ПЭРЗ используют инкубационный аппарат типа «Осетр», в котором она содержится от 3 до 10 дней.

На шестые сутки после вылупления предличинки по сливным лоткам поступают в личинкоприёмник, затем их перемещают в бассейны, где слой воды не превышает 20 см, а содержание кислорода 7—9 мг/л. В этих же бассейнах производится отбор оболочек и мёртвой икры.

Переход на экзогенное питание при температуре воды 13—17 °С происходило на 9-е сутки и завершался предличиночный этап развития и переход к личиночному.

Кормление личинки в течение 7 дней

осуществляли каждый час. Её кормили стартовым комбикормом марки Le Gouessant (Франция). В качестве добавок к корму использовали творог на третьи сутки от начала экзогенного питания (в течение 1—2 сут. раз в 4—6 ч) и науплиусы артемии, которые давали при каждом третьем кормлении первые 2 недели.

После содержания молоди в течение 1,5—2 месяцев в бассейнах она достигала массы 2—2,5 г и была готова для выпуска в естественные водоёмы в соответствии с плановым заданием — 75 тыс. шт. Часть оставляют с целью пополнения и обновления ремонтно-маточного стада.

### Заключение

МПЭРЗ — рыбководное предприятие, на котором содержание осетровых видов рыб осуществляется полностью в установках замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ). Завод оборудован аппаратом для инкубации икры «Осетр», лотками для выдерживания и перевода на активное питание личинок осетровых рыб, бассейнами для выращивания и адаптации молоди осетровых, бассейнами для старших возрастных групп, бассейнами большой площади, предназначенными для постоянного содержания и выращивания ремонтно-маточного поголовья и коллекционных экземпляров осетровых рыб, а так же независимыми бассейнами с автономной системой терморегуляции.

На Можайском ПЭРЗ сформирована и содержится полная коллекция осетровых: стерлядь окской и волжской популяций, байкальский, амурский, русский, сахалинский, ленский осётры, а также шип, севрюга, белуга и калуга.

Выпуск молоди стерляди окской популяции начатый с 2000 г. осуществляется заводом в реки Волжского бассейна: Ока, Москва река, Руза, Искона. Всего за прошедшие годы

в указанные водоёмы заводом было выпущено около миллиона штук молоди. В 2017 г. было выпущено 75 тыс. штук молоди стерляди.

### Литература

- Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т. 1. / под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002.  
**Жигин А.В.** Замкнутые системы в аквакультуре: монография. М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011.  
**Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н.** Руководство по разведению осетровых рыб. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004.

УДК 639.3.043.2:593.9

## ВЛИЯНИЕ КОРМОВ НА ВКУСОВЫЕ КАЧЕСТВА ГОНАД МОРСКИХ СЕРЫХ ЕЖЕЙ *STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS* (AGASSIZ, 1863)

М.А. Старцева, А.В. Савенко

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

E-mail: mstar847@mail.ru

Гонады морских ежей, обозначаемые коммерческим понятием как «икра» — это один из самых полезных продуктов. В ней содержится 17—20 % быстро и легкоусвояемых белков, полиненасыщенные жирные кислоты Омега-3, Омега-6, глютаминовые кислоты, треонины, каротиноиды, фосфолипиды и лецитин. Она богата витаминами: А, D, E, С, РР, В и микроэлементами: медью, йодом, магнием, калием, железом. Благодаря такому биохимическому составу икра морского ежа рекомендуется для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы и щитовидной железы, оказывает сильное антиоксидантное воздействие, замедляет процессы старения человеческого организма.

При интенсивном выращивании морских серых ежей половозрелость наступает в течение одного года после оседания, в естественных условиях в основном на втором году жизни, при диаметре панциря 40—45 мм. В Японском море увеличение массовой доли гонад наблюдается в преднерестовый период в конце лета.

Эффективность промысла морских серых ежей и товарные качества икры зависят от состояния кормовой базы и особенностей их питания.

В естественных условиях пища морских серых ежей очень разнообразна. Так по данным Т.Н. Крупновой и В.А. Павлючкова

(2000), у берегов Приморья в весенний (апрель—май) и осенний (сентябрь—октябрь) периоды в пищевых комках морских ежей были обнаружены водоросли, высшие растения, детрит и животные. Весной рацион ежа состоял из ламинарии (на всех стадиях развития), костарии, ульвы, боссиеллы, корковых водорослей, филоспадикса и детрита. Осенью — костария и ульва отсутствовали (в виду окончания жизненного цикла и разрушения слоевища), но появились монострорма и десморестия (см. таблицу).

### Список кормовых компонентов морского серого ежа в водах Приморья

Периоды	
Весенний	Осенний
Ламинария второгодняя	Ламинария второгодняя
Ламинария первогодняя	Ламинария первогодняя
Проростки ламинарии (1—3 мм)	Выбросы ламинарии
Выбросы ламинарии	Филоспадикс
Корковые водоросли	Корковые водоросли
Боссиелла	Боссиелла
Филоспадикс	Детрит
Детрит	Десморестия
Костария	Монострорма
Ульва	

Помимо растительности в пищевых комках обнаружены кусочки рыб, медуз, осьминогов, асцидий и других животных (у 180 экз.), мелкие брюхоногие моллюски (у 5 экз.). Таким образом выявлено, что морские ежи больше предпочитают растительную пищу.

По многочисленным литературным данным ламинария является основным компонентом питания морских ежей, способствующая увеличению гонад, повышению плодовитости и улучшению вкусовых качеств. Приведены примеры, когда морских ежей с истощёнными гонадами переносили на ламинариевые плантации и через 3—4 месяца гонады увеличивались на 15—20 %. Поедая ламинарию ёж активно растёт и продуцирует качественную икру с хорошими количественными показателями (The effects ..., 1998).

Выявлено, что вкусовые качества гонад ежей определяют свободные аминокислоты, причём глицин и аланин дают сладкий вкус, а валин — горький. При кормлении ежей ламинарией относительное значение глицина и глютамината к содержанию валина в гонадах всегда выше и вкус таких гонад сладкий, а цвет

икры при этом, ярко-жёлтый или лимонный, что является одним из главных визуальных показателей её хороших товарных качеств.

При интенсивном выращивании морских ежей и кормления их рыбой гонады хорошо развиваются, но имеют горький вкус и неприятный коричневый цвет, это обусловлено значительным преобладанием в их составе валина.

При культивировании морских ежей с целью увеличения гонад и снижения количества дней для доращивания икры используют искусственные корма, в состав которых входят: источник белка (8—29 %) — рыбный корм или рыбный (креветочный) фарш, иногда соевые бобы, альбумин, дрожжи — и источник углеводов (до 58 %) — бурые водоросли, кормовое зерно. Хотя гонады увеличиваются в размере до 20 %, применять их следует не более 2 месяцев, затем переводить ежей на кормление ламинарией. Объём гонад остаётся прежним, а цвет и вкусовые качества улучшаются. Для этого фермеры создают специальные ламинариевые плантации или пересаживают их в естественные заросли ламинарии.

### Литература

Крупнова Т.Н., Павлючков В.А. Питание серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) в северо-западной части Японского моря // Известия ТИНРО. 2000. Т. 127. С. 372—381.

The effects of fish meal feeding on the gonad quality of cultivated sea urchins, *Strongylocentrotus nudus* (A. AGASSIZ) / Н. Hoshikawa [et al.] // Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn. 1998. № 52 (52). P. 17—24.

УДК 595.384.1: 639.5

## ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* (DE MAN, 1879) В ПИТОМНИКАХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

С.В. Статкевич

ФГБУН Институт морских биологических исследований им А. О. Ковалевского РАН,  
г. Севастополь, Россия

E-mail: statkevich.svetlana@mail.ru

Гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN, 1879) является объектом массового культивирования в странах с тропическим и субтропическим климатом, тогда как в умеренных широтах культивирование этих гидробионтов осуществляется в незначительных масштабах и за-

частую носит экспериментальный характер (Пономарев, Лагуткина, Киреева, 2007; Ковачева, 2008). В последние десятилетия проведено множество исследований, касающихся разведения и выращивания пресноводных креветок, благодаря которым аквакультура этих гидробионтов вышла на значительно бо-



лее высокий уровень, вследствие широкого внедрения интенсивных методов и прогрессивных технологий.

Главной задачей искусственного воспроизводства гигантской креветки является получение крупной, физиологически полноценной молоди, способной выжить после выпуска в водоёмы, а также получение товарной продукции в планируемом объёме. В связи с этим целью данной работы стала оценка влияния экологических факторов на рост и выживаемость молоди гигантской креветки в условиях культивирования.

Материалом для изучения послужила молодь гигантской креветки, полученная в результате метаморфоза личинок. Исследования проводили в экспериментальном креветочном комплексе Научно-исследовательского центра «Государственный океанариум» (Севастополь). Креветок содержали в пластиковых бассейнах объёмом 1,4 м<sup>3</sup> с пресной водой, оснащённых системами фильтрации, аэрации и терморегуляции. Температурные и гидрохимические параметры среды выращивания поддерживали на оптимальном для животных уровне (Червяков, 1991; Сальников, 2001; Ковачева, 2008). Стандартный биологический анализ у креветок проводили по общепринятой методике (Буруковский, 1992; Пособие по изучению ... , 2006).

Размерно-массовые характеристики. В условиях питомника длина тела только что

прошедших линьку постличинок (постличиночная стадия наступает после завершения личиночного метаморфоза) составляла  $8,23 \pm 0,08$  мм, а масса  $5,159 \pm 0,227$  мг.

В течение первых двух недель выращивания постличинок креветки их линейные размеры увеличились в 2,5 раз ( $20,24 \pm 1,01$  мм), а масса возросла практически в 6,0 раза ( $30,89 \pm 2,19$  мг). Выживаемость — 96%.

Зависимость массы от длины тела креветок показана на рис. 1. Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок был равен 0,970; корреляция статистически значима ( $p < 0,001$ ). В интервале линейных размеров от 9,0 до 32,0 мм зависимость может быть аппроксимирована линейным уравнением (1):

$$W = 2,114 \times L - 11,9 \quad (R^2 = 0,942), \quad (1)$$

где  $W$  — масса тела креветки, г;  $L$  — длина тела креветки, мм.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью  $F$  — критерия Фишера. Так как  $F_{\text{факт}} = 979,31 > F_{\text{табл}} = 4,00$ , то регрессионная модель признаётся статистически значимой.

В течение первых двух недель молодь креветки содержали при плотности посадки 2 000 экз./м<sup>2</sup>. Подросшую двухнедельную молодь креветки содержали 45 сут. при плотности посадки 500 экз./м<sup>2</sup>.

Через 45 сут. средние размеры креветок

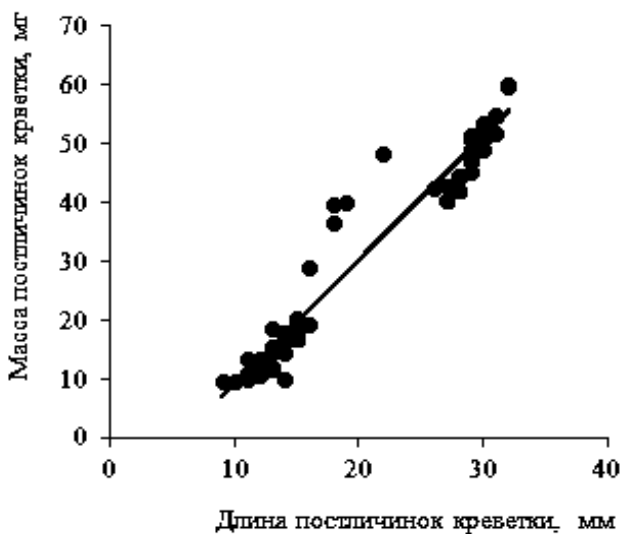


Рис. 1. Зависимость массы от длины постличинок гигантской креветки в первые две недели их выращивания

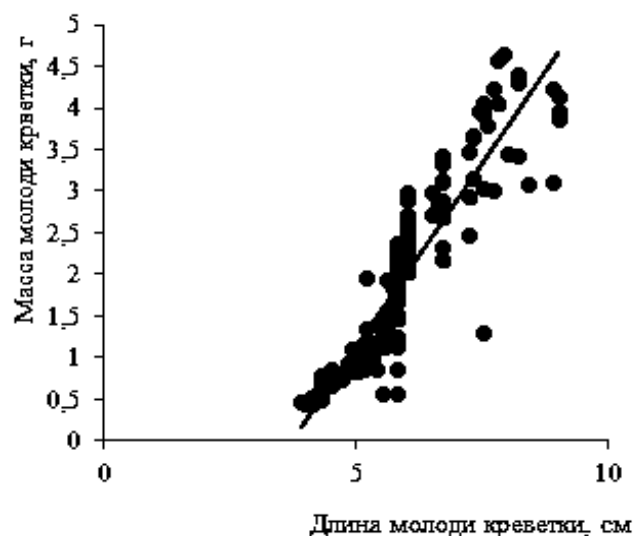


Рис. 2. Зависимость массы от длины молоди креветки

составили  $5,62 \pm 0,07$  см (от 3,9 до 9,0 см), масса —  $1,69 \pm 0,07$  г (от 0,44 до 4,64 г). Полученная зависимость массы от длины тела креветок (рис. 2) может быть аппроксимирована линейным уравнением (2):

$$W = 0,882 \times L - 3,278 \quad (R^2 = 0,857), \quad (2)$$

где  $W$  — масса тела креветки, г;  $L$  — длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью  $F$  — критерия Фишера. Так как  $F_{\text{факт}} = 1500,41 > F_{\text{табл}} = 3,87$ , то регрессионная модель признается статистически значимой.

Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок равен 0,926; корреляция статистически значима ( $p < 0,001$ ).

**Плотность посадки.** Доминирующим фактором, влияющим на выживаемость и рост молоди, является плотность их посадки. В первую неделю содержания постличинок допускается плотность посадки 5 000 экз./м<sup>2</sup>, к концу первого месяца — не более 2 000 экз./м<sup>2</sup>, к концу второго — 500 экз./м<sup>2</sup>, а к концу третьего — 300 экз./м<sup>2</sup> (Сальников, Суханова, 2000). Из-за чрезмерной плотности посадки наблюдаются случаи массового каннибализма, что ведёт к высокой смертности молоди гигантской креветки.

Результаты проведённого нами эксперимента по выявлению оптимальной плотности посадки показали, что при увеличении количества креветок от 100 до 5000 экз./м<sup>2</sup> их выживаемость снижается с 94 до 39 % за 45 сут. подращивания (см. таблицу).

Влияние плотности посадки на выживаемость молоди гигантской креветки

Начальная численность креветки, экз./м <sup>2</sup>	Выживаемость креветки, %	Средняя длина креветок в конце эксперимента, см
100	94	$5,83 \pm 0,16$
200	94	$5,44 \pm 0,15$
500	69	$5,05 \pm 0,06$
1000	53	$2,81 \pm 0,05$
2000	46	$2,35 \pm 0,03$
5000	39	$2,24 \pm 0,04$

Примечание — в таблице приведены среднее значение  $\pm$  стандартная ошибка среднего

Максимальные средние размеры молоди креветок ( $5,83 \pm 0,16$  см) зафиксированы при минимальной плотности посадки (100 экз./м<sup>2</sup>). Увеличение плотности посадки креветок до 500 экз./м<sup>2</sup> ведёт к уменьшению их размеров в 1,1 раза, до 1 000 экз./м<sup>2</sup> — в 2,1 раз, а максимальная плотность посадки молоди (5 000 экз./м<sup>2</sup>) снижает их размеры в 2,6 раза.

Жизнестойкая молодь гигантской креветки, выпускаемая в пруды для товарного выращивания, должна иметь длину не менее 5 см (Сальников, Суханова, 2000). Такие параметры посадочного материала удаётся получить при выращивании молоди с плотностью посадки 100, 200 и 500 экз./м<sup>2</sup>. Необходимо отметить, что выживаемость креветок при плотностях посадки 100 и 200 экз./м<sup>2</sup> была одинаковой (94 %), а при 500 экз./м<sup>2</sup> — в 1,4 раза меньше. Некоторые исследователи рекомендуют при содержании постличинок использовать плотность посадки не превышающую 200 экз./м<sup>2</sup> (Кулеш, 1996), другие — 500 экз./м<sup>2</sup> (Ковачева, 2008). На основании литературных и собственных данных, мы делаем вывод, что оптимальной для выращивания молоди креветки в условиях питомника является плотность посадки 500 экз./м<sup>2</sup>, поскольку за одинаковый период времени мы получаем креветку необходимых размеров, но в количестве в 1,8 раз больше ( $p = 0,018$ ), чем при 200 экз./м<sup>2</sup> и в 3,7 раз больше ( $p < 0,001$ ) — при 100 экз./м<sup>2</sup>.

Температура среды содержания. Основным абиотическим фактором, воздействующим на рост и выживаемость молоди, является температурный режим среды их содержания. Согласно полученным данным в течение 45 сут. выращивания (500 экз./м<sup>2</sup>) при температуре 22—30 °С линейные размеры креветки возрастают от  $2,427 \pm 0,067$  до  $5,823 \pm 0,199$  см. В этом температурном диапазоне выживаемость креветок варьирует от 85 до 51 %.

Выживаемость молоди креветки при температуре 22 °С составила 85 % и была значимо выше, чем при других показателях температуры. А средние значения линейных размеров молоди гигантской креветки были значимо выше при 30 °С.

Как и большинство исследователей, мы считаем оптимальной для подращивания молоди температуру 28 °С, при которой мы получаем креветку с линейными размерами (более 5 см) необходимыми для товарного выращивания в прудах и выживаемостью (69 %) выше, чем при 30 °С (51 %).

Таким образом, для выращивания моло-

ди гигантской креветки в качестве оптимальных условий можно рекомендовать диапазон температур воды от 28 до 30 °С и плотность посадки животных 100—500 экз./м<sup>2</sup>. Наилучшие показатели роста и выживаемости молоди креветки при культивировании были отмечены при температуре 28 °С и плотности посадки 500 экз./м<sup>2</sup>.

### Литература

**Буруковский Р.Н.** Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок // Сб. науч. тр. ВНИРО. М., 1992. С. 77—91.

**Ковачева Н.П.** Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii*. М.: Изд-во ВНИРО, 2008.

**Кулеш В.Ф.** Рост и выживаемость гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) в зависимости от плотности при различных условиях культивирования // Гидробиол. журн. 1996. Т 32, № 4. С. 10—17.

**Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю., Киреева И.Ю.** Фермерская аквакультура: рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007.

Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России / С.А. Низяев [и др.]. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006.

**Сальников Н.Е.** Пресноводные креветки — перспективный объект аквакультуры прикаспийского и северокавказского региона // Зооиндустрия. 2001. № 1. С. 48—52.

**Сальников Н.Е., Суханова М.Э.** Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России. Астрахань, 2000.

**Червяков Б.В.** Разведение пресноводных креветок // Рыбн. хоз-во. 1991. № 3. С. 35—39.

УДК 639.2.04:597.423

## РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫДЕРЖИВАНИЯ ПРЕДЛИЧИНОК И ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК ВЕСЛОНОСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПЛОТНОСТЯХ ПОСАДКИ В САДКАХ ЛИЧИНОЧНО-ВЫРОСТНОЙ БАЗЫ

Н.Ю. Терпугова

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г. Астрахань, Россия

E-mail: n.terpugova@bk.ru

В последнее время большое внимание, как на федеральном, так и на региональных уровнях, уделяется вопросам состояния и развития рыбной отрасли. Аквакультура, как часть рыбной отрасли, играет все более важную роль в экономике нашего региона не только как источник обеспечения населения продуктами питания, но и как значимый источник обеспечения жизни и занятости населения. Основными объектами рыбоводства в Астраханской области являются карповые (52 %) и растительноядные (35 %) виды рыб, высокими темпами развивается садковое вы-

ращивание товарных осетровых.

Вместе с тем, при определении перспективных к выращиванию объектов аквакультуры важно исходить из принципа получения максимальной продукции в кратчайшие сроки при минимальных затратах.

К такому объекту принадлежит представитель американских осетрообразных рыб — веслонос, успешно акклиматизированный в России и обладающий высокой потенциальной способностью роста, прекрасным качеством мяса, деликатесной чёрной икрой (Виноградов, 1985). Немаловажное значение имеет его способность

сохранять интенсивный рост в искусственных условиях, которая зависит, в первую очередь, от обеспеченности пищей и является единственным представителем осетрообразных, питающимся зоопланктоном, составляющим основу кормовой базы прудов (Виноградов, Ерохина, Мельченков, 1984; Мельченков, 1987).

Получение достаточного количества посадочного материала веслоноса связано с успешным решением вопросов перевода предличинок на активное питание и подращивания до жизнестойких стадий. Все используемые технологические схемы выдерживания, перевода на смешанное питание, подращивания личинок веслоноса до массы 100—300 мг применимы только при индустриальном выращивании в бассейнах, лотках, аппаратах «Амур» и т. д. (Архангельский, 1997; Мельченков, 1991). Отсутствие в большинстве прудовых хозяйств необходимой инфраструктуры требует поиска иных способов подращивания, адаптированных к условиям рыбоводных хозяйств региона.

В данном эксперименте определяли возможность использования личиночно-выростных прудов для подбора способов получения жизнестойкой молоди веслоноса и оптимизации процессов её выращивания на ранних этапах развития.

Предличинки веслоноса были размещены в сетчатых садках личиночно-выростной базы, в которых они выдерживались до перехода на активное питание, а также до достижения массы 300 мг. Садки, изготовленные из жёсткого деревянного каркаса, обтянутого сеткой из нержавеющей стали с ячейей 1 мм, размером 1,5×2,0×0,5 м были установлены на личиночно-выростной базе (рис. 1) и сверху накрыты двухстворчатой крышкой, обтяну-

той металлической сеткой. Для предотвращения сильного перегрева поверхностного слоя воды над выростниками оборудован навес.



Рис. 1. Экспериментальные сетчатые выростники для подращивания личинок веслоноса

Температурный режим подращивания личинок определялся естественным прогревом воды в пруду и был близок к оптимальному для веслоноса (17,6—24,8 °С). Газовый режим в выростниках оценивался как удовлетворительный: содержание кислорода в воде изменялось в пределах 6,8—12,8 мг/л и в среднем составляло 8,8 мг/л. Технологические показатели выращивания предличинок и личинок веслоноса в данных садках представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технологические показатели выращивания веслоноса в садках для подращивания, установленных на личиночно-выростной базе

Показатели	Ед. изм.	Значение
Температура воды	°С	18—24
Кислород растворенный	мг/л	6,5—11,0
Азот аммонийный	мг/л	0,3—0,5
Водородный показатель (рН)	ед.	7,0—8,2
Размер сетчатых садков	м	1,5×2,0×0,5
Уровень воды в садках	м	0,40—0,45

Целью исследования являлось определение оптимальной плотности посадки в выростниках для подращивания предличинок веслоноса. В садки высаживали однодневных личинок средней массой 10 мг. Плотность посадки составляла от 2,0 тыс. шт./м<sup>3</sup> до 8,0 тыс. шт./м<sup>3</sup>. Выживаемость личинок определяли на этапе перехода на экзогенное питание, после переходе на активное питание и по достижении личинками массы 300 мг. Для чистоты эксперимента сортировку не производили.

Начало перехода на смешанное питание у предличинок веслоноса отмечено в возрасте 7—8 сут. Момент перехода совпадает с освобождением спирального клапана кишечника от меланиновой пробки и с наличием пищи в кишечном тракте (рис. 2).



Рис. 2. Предличинка веслоноса

Кормление во всех вариантах осуществляли зоопланктоном, в основном дафниями, культивируемыми в дафниевых бассейнах. Также отлавливали зоопланктон из выростных прудов. В садки корм вносили в дневное время — от 6 раз в сутки в начале экспериментального выращивания и до 4 раз на завершающем этапе.

Норму внесения корма, оценивали по скорости роста личинок по контрольным пробам. Относительная величина суточного рациона личинок составляла в начале кормления 100 % от массы тела, затем с ростом личинок была уменьшена до 50—60 %. Повышенные нормы кормления были связаны с высоким каннибализмом, наблюдающемся у личинок веслоноса уже с первых дней активного питания.

Наблюдение за ростом и питанием личинок в выростниках проводили ежедневно с начала кормления до планируемой массы 0,3 г.

Основная гибель предличинок наблюдается при переходе на смешанное питание в возрасте 7—10 сут., а также в течение 5—7 сут. в период их перехода на активное питание. В условиях экспериментального выращивания наибольшие показатели выживаемости и роста предличинок веслоноса наблюдались на этих этапах при разреженной плотности посадки (2,0 тыс. шт./м<sup>2</sup>) массе 58,2—64,5 мг составив 65—85 %. При увеличении плотности посадки отмечалось снижение выживаемости. Влияние плотности посадки личинок на темп роста и выживаемость при переходе на активное питание отображено в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Весовой рост личинок веслоноса при разной плотности посадки

Начальная плотность посадки, шт./ м <sup>2</sup>	Масса личинок после перехода на активное питание, мг
2 000	58,2—64,5
4 000	48,9—56,4
5 000	48,0—49,2
6 000	40,9—48,1
8 000	31,5—41,0

Таблица 3

Выживаемость личинок веслоноса при разной плотности посадки

Начальная плотность посадки, шт./м <sup>2</sup>	Выживаемость					
	при переходе на экзогенное питание		после перехода на активное питание		к концу опыта (достижение массы 300 мг)	
	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%
2 000	1 300	65	1 105	85	939	85
4 000	2 000	50	1 500	75	1 170	78
5 000	2 150	43	1 548	72	1 161	75
6 000	2 280	38	1 596	70	1 245	78
8 000	2 400	30	1 560	65	1 185	76

В садках с более высокими плотностями посадки предличинок наблюдалось увеличение числа погибших особей с механическими аномалиями, такими как отсутствие части плавников и хвоста, разрывы наружных покровов. Это свидетельствовало о том, что значительная их гибель происходила не только из-за различных морфологических аномалий, но вследствие механического воздействия и каннибализма. Каннибализм при высоких плотностях посадки, а также в результате недостаточной обеспеченности кормом отмечается и у предличинок и личинок осетровых рыб (Методические рекомендации ... , 1994).

Технологические показатели выращивания веслоноса представлены в табл. 4.

Таким образом, сравнительный анализ результатов подращивания веслоноса на ранних стадиях позволил определить оптимальную плотность посадки предличинок в сетчатые садки для их благоприятного роста и выживаемости. При недостаточном количестве посадочной площади можно рекомендовать увеличение плотности посадки до 3,0—4,0 тыс. шт./м<sup>2</sup> при условии проведения сортировки молоди на этапе разницы массы рыб в 25—30 %.

Результаты экспериментального выращивания показали возможность получения и выживаемости жизнестойкого рыбопосадочного материала веслоноса в условиях прудовых хозяйств Астраханской области.

Таблица 4

Плотность посадки личинок и молоди веслоноса при подращивании в садках личиночно-выростной базы

Биологическое состояние	Масса, г	Температура, °С	Плотность посадки, тыс. экз./м <sup>2</sup>
Однодневные личинки	0,009—0,010	17—18	2,0—4,0
Перешедшие на активное питание	0,042—0,058	18—19	1,5—2,0
Активное питание	0,120	19—20	1,1—1,5
Активное питание	0,300	20—22	1,0

### Литература

**Архангельский В.В.** Выращивание посадочного материала и товарного веслоноса в поликультуре с осетровыми рыбами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 1997.

**Виноградов В.К.** Биологические основы разведения и выращивания растительноядных рыб и новых объектов рыбоводства и акклиматизации: дис. ... д-ра биол. наук. М., 1985.

**Виноградов В.К., Ерохина Л.В., Мельченков Е.А.** Опыт выращивания веслоноса в прудах // Осетровое хозяйство водоёмов СССР. Астрахань, 1984. С.67—69.

**Мельченков Е.А.** Веслонос как объект прудовой поликультуры // Современное состояние и перспективы развития прудового рыбоводства: тез.докл. Всесоюзн. совещ. М., 1987. С. 131—132.

**Мельченков Е.А.** Рыбоводно-биологическая характеристика веслоноса: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1991.

Методические рекомендации по проведению этапа перевода на экзогенное питание предличинок осетровых на рыбоводных заводах / сост. К.Д. Краснодарской. СПб., 1994.

УДК 639.4 (262.5)

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИМИТИРУЮЩИХ  
ФАКТОРОВ СРЕДЫ В РАЙОНАХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ  
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ (ПРИБРЕЖНАЯ ЗОНА КРЫМА)**

О.А. Трощенко, А.А.Субботин, И.Ю. Ерёмин

*Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь,  
Россия*

E-mail: oltg\_tr59@mail.ru

При организации промышленной марикультуры двустворчатых моллюсков, в первую очередь, необходимо учитывать физико-географические особенности акватории, предполагаемые для размещения марихозяйств. С другой стороны, выбор объекта культивирования должен базироваться на целом комплексе знаний об абиотических и биотических характеристиках среды, а также о степени их толерантности к региональной изменчивости экологических факторов.

Коммерческая целесообразность предполагает получение максимального объёма качественной продукции с минимальными производственными потерями за естественный цикл культивирования. При этом определяющим показателем эффективности выращивания моллюсков становится динамика размерно-весовых характеристик моллюсков до достижения ими «товарных» размеров. На практике именно скорость ростовых процессов на фоне изменяющихся характеристик среды является превалирующей при выборе района и объекта культивирования.

Двустворчатые моллюски — черноморская мидия *Mytilus galloprovincialis* и тихоокеанская гигантская устрица *Crassostrea gigas* являются основными объектами искусственного разведения и культивирования в шельфовой зоне Чёрного моря.

Среди множества факторов, в различной степени влияющих на процесс роста моллюсков, необходимо выделить основные (лимитирующие), границы диапазонов колебаний которых в конкретных естественных условиях могут приближаться или превышать пределы толерантности (Одум, 1986). Так в работе «Биология культивируемых мидий» (1989) выполнена экспертная оценка по 20-ти абиотическим и биотическим параметрам *M. galloprovincialis*. Аналогичные исследования проводились для *C. gigas* как в

естественных условиях (Вялова, Субботин, Трощенко, 2015), так и в условиях питомника (Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2017). В результате наблюдений было установлено, что для прибрежной зоны Крыма с учётом наибольших диапазонов пространственной, межгодовой и сезонной изменчивости, основными лимитирующими факторами для мидий и устриц являются температурный режим, солёность и содержание кислорода в морской воде.

Многообразие особенностей биологии культивируемых моллюсков при различных температурных условиях среды анализируется в работах (Биология культивируемых мидий, 1989; Марикультура мидий ... , 2007; Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2017). Температура воды оказывает существенное влияние на весь жизненный цикл моллюсков, включая этапы размножения, развития и скорости роста. В значительной степени температура влияет на обмен веществ моллюсков и интенсивность их питания. В частности, если при высоких температурах преобладают углеводный и белковый типы обмена, то при низких происходит усиление жирового обмена. Дыхательная активность моллюсков также зависит от температуры — с понижением или аномально высоким повышением температуры их активность падает вплоть до летального исхода.

Солёность является другим важным фактором, определяющим жизнедеятельность двустворчатых моллюсков. Солевой состав вод влияет на интенсивность энергетического обмена у моллюсков, на их рост и выживаемость. Основным механизмом воздействия солёности является осмотическое давление. Двустворчатые моллюски не обладают способностями его регулировать. Поэтому осмотическое давление их крови близко к давлению морской воды. Отклонение солё-

ности от нормы (тем более, резкий перепад солёности в результате смены водных масс) приводит к нарушению осмотического давления с внешней средой, к угнетению дыхания и, как следствие, к гибели моллюсков (Кочиков, 1979; Марикультура мидий ... , 2007). Толерантность к понижению солёности может различаться на разных стадиях жизненного цикла. Ранние стадии развития (икра и личинки) более чувствительны к понижению солёности, чем взрослые особи.

Двустворчатые моллюски в Чёрном море достаточно устойчивы к кислородному режиму. Однако неоднократно отмечалось (Биология культивируемых мидий, 1989; Марикультура мидий ... , 2007; Золотницкий, Шахназарян, 2016), что содержание в воде растворенного кислорода влияет на скорость роста моллюсков и особенности фильтрационного питания моллюсками, на изменение ритмов сердечных сокращений, состав крови и другие физиологические функции.

Мидия является традиционным видом промышленного выращивания моллюсков у берегов Крыма. Многочисленная научная и специализированная литература содержит детальное описание технологии выращивания данного вида, особенности его физиологии и биологии, ростовых процессов при выращивании в подвесной культуре (Биология культивируемых мидий, 1989; Марикультура мидий ... , 2007; Супрунович, 1988).

Тихоокеанская устрица — достаточно новый объект марикультуры для Чёрного моря. Первая интродукция тихоокеанской (японской) устрицы *S. gigas* в Чёрное море состоялась в 1980—1990-х гг. в районе м. Большой Утриш, Керченского пролива, Карадагского природного заповедника и оз. Донузлав (Хребтова, Моница, 1985; Золотницкий, Моница, 1992; Силкин, Силкина, Давидович, 2001; Орленко, 1994).

Для мидии активный весенний нерест начинается при достижении температуры воды 8—10 °С. Наиболее высокие темпы роста и увеличения массы тела наблюдаются в температурном диапазоне 12—20 °С, а при прогреве верхнего слоя моря выше 22 °С соматический рост продолжается, но генеративный почти полностью прекращается. При

понижении температуры в осенний период с 19—20 до 10—12 °С отмечается второй нерест моллюсков. В наиболее холодный период года при температуре ниже 8 °С мидии фактически прекращают рост (Марикультура мидий ... , 2007; Термохалинная структура ... , 2007). Диапазон изменчивости солёности в прибрежной зоне Чёрного моря (15—18 ‰) является для мидий оптимальным (Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2017).

Изучение характеристик жизненного цикла устрицы *S. gigas* в различных прибрежных районах показало, что диапазон оптимальных температур для роста и развития моллюсков соответствует интервалу 10—24 °С. Максимальные скорости роста тихоокеанской устрицы отмечены при температуре около 24 °С. При температуре 10 °С происходит остановка ростовых процессов [Золотницкий, Орленко, 1999, Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2017]. Однако данные других авторов свидетельствуют, что *S. gigas* может продолжать рост и в более низком температурном диапазоне (Хребтова, Моница, 1985) Температурный максимум для данного вида равен 28—29 °С, а значения температуры более 30 °С являются критически высокими для данного вида и выходят за пределы толерантности (Золотницкий, Орленко, 1999).

Интервал оптимальных значений солёности для культивируемых устриц несколько уже, чем для мидий — 16,0—18,5 ‰. Вероятно, из-за отличий в режиме солёности, темпы роста *S. gigas* в различных прибрежных районах Чёрного моря существенно отличались. Гигантская устрица интенсивно растёт на протяжении двух лет. Максимальные значения линейного прироста наблюдались у сеголетков, с возрастом эти величины снижались. Анализ полученных результатов показал, что высота раковины годовалых тихоокеанских устриц из Голубого залива ( $60,57 \pm 12,7$  мм) значительно превышала линейные размеры устриц из Керченского пролива ( $39,72$  мм), и была близкой к величинам, полученными для *S. gigas* у м. Большой Утриш ( $56,57$  мм) и оз. Донузлав ( $54,98$  мм). К 18 месяцам максимальные размеры моллюсков отмечались только в двух районах — Голубом заливе ( $90,05 \pm 7,22$  мм) и оз. Донузлав ( $88$  мм). Да-



лее наблюдался рост размеров и массы только раковины, а накопление массы мягких тканей останавливается (Вялова, Субботин, Троценко, 2015; Золотницкий, Орленко, 1999; Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2017).

Таким образом, оказалось, что темпы роста устриц в Керченском проливе в 1,5 раза ниже, чем у берегов Северного Кавказа (м. Утриш), а товарного размера 80 мм они достигали через 24—26 месяцев культивирования. Для сравнения, на экспериментальной ферме в районе Севастополя большинство культивируемых устриц достигало размеров 80—100 мм за 18 месяцев (Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2017).

Физиологические особенности мидий и устриц по отношению к изменчивости кислородного режима схожи (Холодов, Пиркова, Ладыгина, 2017). Как известно, мидии используя гликолиз, определённое время могут существовать в анаэробных условиях (Каржевич, Спичак, 1979). Темпы роста мидий

снижаются при понижении насыщения воды кислородом менее 80 %, при снижении насыщения до 40 % рост замедляется в 2,5 раза, а при 20 % — в 27 раз. При 10 % насыщения рост прекращается. *M. galloprovincialis* могут переносить отсутствие кислорода до 7 сут., а при возвращении в благоприятные условия полностью восстанавливают свою активность

Проведённые исследования в различных прибрежных районах Крыма с функционирующими или перспективными для размещения марихозяйствами позволили определить диапазоны изменчивости лимитирующих факторов среды для выращивания двустворчатых моллюсков (см. таблицу).

Как видно из данных представленных в таблице, диапазоны изменчивости лимитирующих факторов среды для различных прибрежных районов Крыма, в целом, соответствуют пределам толерантности для культивируемых моллюсков. Лишь отдельные экстремальные значения температуры и

Диапазоны внутригодовой изменчивости лимитирующих факторов среды в районах размещения марихозяйств в прибрежной зоне Крыма

Параметр	Т, °С	S, ‰	O <sub>2</sub>	
			мл/л	% насыщ.
Керченский пролив (Ломакин, Спиридонова, 2000)				
Минимум	1,5	10,26	0,1—0,5	88
Средний	4,0—22,4	12,96—13,86	6,96—7,94	93—117
Максимум	28,5	18,08		135
Карадагское взморье (Троценко, Субботин, Еремин, 2015)				
Минимум	5,4	16,02	4,91	91
Средний	7,8—23,7	17,47—18,14	5,98—6,80	105—106
Максимум	26,7	18,44	7,94	135
Голубой залив (Результаты комплексных ..., 2012)				
Минимум	4,8	17,19	—	—
Средний	6,8—26,7	17,19—18,05	5,38—7,49	95—115
Максимум	27,7	18,05	—	—
Бух. Ласпи (Куфтаркова, Щуров, 2010)				
Минимум	7,5	17,18	—	—
Средний	8,6—26,2	17,48—17,88	5,43—7,11	98—113
Максимум	26,8	18,07	—	—
Севастопольское взморье (Термохалинная структура ..., 2007)				
Минимум	6,6	17,32	4,89	89
Средний	8,0—25,5	17,64—17,92	5,46—7,74	98—110
Максимум	29,0	18,24	8,54	124
Оз. Донузлав (Ковригина, Немировский, 1999)				
Минимум	2,5	17,25	5,31	91
Средний	5,0—25,0	17,65—18,51	5,62—6,82	95—118
Максимум	> 30,0	18,68	7,23	126

растворенного кислорода в акваториях Керченского пролива и оз. Донузлав представляют вероятную угрозу для жизнедеятельности моллюсков.

Наблюдаемый с конца XX-го столетия по настоящее время процесс «глобального климатического потепления» привёл к устойчивой тенденции повышения температуры поверхностных вод в Чёрном море. Как следствие, в большинстве прибрежных районов Крыма летние месяцы отличаются экстремально высокими значениями температуры воды, а 2010 г. стал самым жарким за весь период наблюдений.

В результате аномального прогрева верхнего слоя моря в оз. Донузлав неоднократно отмечались случаи массового развития («прилива») фитопланктона (в том числе потенциально опасных видов), перенасыщения поверхностных вод кислородом, гибели моллюсков от нарушения фильтрационной активности и от отравления продуктами метаболизма.

В другом случае отмечен факт гибели моллюсков в акватории Керченского пролива в августе 2004 г. Причиной послужило разви-

тие гипоксии вследствие активного биохимического потребления кислорода в условиях повышения температуры воды более 26 °С и обострения вертикальной стратификации на фоне натекания распреснённых азовоморских вод на более плотные черноморские при шттилевой погоде.

Таким образом, мелководные акватории как со слабой динамической активностью и отсутствием вертикальной стратификации (оз. Донузлав), так и с высокой степенью смешения различных водных масс (акватория Керченского пролива) при сохранении тенденции повышения температуры поверхностных вод являются лишь «условно» пригодными для развития марикультуры двустворчатых моллюсков.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», номер гос. регистрации АА-АА-А18-118021350003-6.

### Литература

- Биология культивируемых мидий / В.Н. Иванов [и др.]. Киев: Наук. думка, 1989.
- Вялова О.Ю., Субботин А.А., Троценко О.А.** Влияние абиотических и биотических факторов на ростовые характеристики культивируемых устриц (*Crassostrea gigas*) (Кацивели, Крым, Чёрное море) // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: материалы Междунар. науч. конф., 28 сентября — 2 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ». Ростов н/Д: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. С. 27—29.
- Золотницкий А.П., Моница О.Б.** Рост и продукция японской устрицы (*Crassostrea gigas* THUNBERG), акклиматизированной в Чёрном море // Экология моря. 1992. Вып. 41. С. 77—79.
- Золотницкий А.П., Орленко А.Н.** Экологические закономерности роста тихоокеанской устрицы в различных районах Чёрного моря // Рыбное хоз-во. 1999. № 2. С. 37—39.
- Золотницкий А.П., Шахназарян М.Э.** Интенсивность фильтрации черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis*, ЛАМАРСК, 1989) // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов: тр. IV Балт. морск. форума. Калининград, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2016. С. 78—81.
- Каржевич А.Ф., Спичак С.К.** Влияние дефицита кислорода на выживание и рост черноморских моллюсков-аутоакклиматизантов Азовского моря // Промысловые двустворчатые моллюски — мидии и их роль в экосистемах. Л., 1979. С. 60—62.
- Ковригина Н.П., Немировский М.С.** Гидрохимическая характеристика вод озера Донузлав по данным 1990—1997 гг. // Экология моря. 1999. Вып. 48. С. 10—14.
- Кочкин В.Н.** Океанологическое обеспечение морских хозяйств по выращиванию беспозвоночных / Серия: Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. Вып. 4. М.: ВНИРО, 1979.

**Куфтаркова Е.А., Щуров С.В.** Результаты гидролого-гидрохимического мониторинга мидийной фермы в прибрежной зоне южного берега Крыма (бухта Ласпи) // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. Вып.: Гідроекологія. 2010. № 3 (44). С. 133—136.

**Ломакин П.Д., Спиридонова Е.О.** Природные и антропогенные изменения в полях важнейших абиотических элементов экологического комплекса Керченского пролива в течение двух последних десятилетий. Севастополь: «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2000.

Марикультура мидий на Чёрном море / под ред. В.Н. Иванова. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.

**Одум Ю.** Экология. Т. 1. М.: Мир, 1986.

**Орленко А.Н.** Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы её трансплантации в Чёрное море // Зоол. журн. 1994. Т. 73, вып. 1. С. 51—54.

Результаты комплексных экологических исследований на акватории мидийно-устричной фермы (Голубой залив, Крым, Чёрное море) / О.А. Трощенко [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сб. науч. тр. НАН Украины. Севастополь: НПП «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2012. Вып. 26, ч. 1. С. 291—309.

**Силкин Ю.А., Силкина Е.Н., Давидович Н.А.** Интродукция устрицы *Crassostrea gigas* в районе Карадага // Карадаг. История, биология, археология: сб. науч. тр., посвящ. 85-летию Карадагской науч. станции. Симферополь, 2001. С. 273—280.

**Супрунович А.В.** Аквакультура беспозвоночных. Киев: Наук. думка, 1988.

Термохалинная структура вод на взморье Севастополя и её влияние на основные параметры продукции на мидийной ферме / О.А. Трощенко [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. Вып. 15. С. 110—119.

**Трощенко О.А., Субботин А.А., Еремин И.Ю.** Изменчивость параметров термохалинной структуры вод в прибрежной зоне Карадагского природного заповедника по данным многолетних наблюдений // 100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского: сб. науч. тр. / ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова. Симферополь: Н. Орианда, 2015. С. 748—752.

**Хребтова Т.В., Моница О.Б.** Культивирование черноморской и акклиматизация тихоокеанской устриц в Чёрном море // Биологические основы аквакультуры в морях Европейской части СССР. М.: Наука, 1985. С. 180—188.

**Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В.** Выращивание мидий и устриц в Чёрном море / Институт морских биол. исслед. им. А.О. Ковалевского РАН; 2-е изд., доп. Воронеж: ООО «ИЗДАТ-ПРИНТ», 2017.

УДК [639.3:628.1] 639.371.2

## ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД ОСЕТРОВЫХ И ИХ ГИБРИДОВ С ПРЕОБЛАДАНИЕМ САМОК В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ С УЗВ

О.П. Филиппова, С.Е. Зуевский, А.С. Сафронов, Е.Б. Фурсенко

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва, Россия

E-mail: maricul@vniro.ru

Существуют два основных механизма, с помощью которых можно регулировать пол у рыб: гормональная и генетическая регуляция. Оба предполагают использование дорогих препаратов или специализированного оборудования (Кирпичников, 1987). Метод прямого гормонального воздействия на рыб, предназначенных для упот-

ребления в пищу, вызвал запрет санитарных служб. Таких рыб используют в качестве производителей, изменяя пол генетических самок с помощью синтетических аналогов мужского полового гормона, получая самцов с генотипом XX. Эти самцы при скрещивании с обычными самками дают потомство, представленное только самками. Этот метод генетической регуляции пола нашёл применение на практике, особенно с радужной форелью. Для осетровых этот метод применим к видам, имеющим женскую гомогаметность, и в силу недостаточной изученности механизмов закладки пола, применяется редко.

Таким способом получено одноположенское потомство американского веслоноса, *Polyodon spatula*, относящегося к семейству Веслоносые, отряду Осетрообразные и имеющему женскую гомогаметность (Induced meiotic gynogenesis ... , 2001). Известно, что один из представителей семейства Acipenseridae, белый осётр (*Acipenser transmontanus*), имеет женскую гетерогаметность (Evidence of female ... , 1999).

Группы организмов представленные только самками чаще всего размножаются путём партеногенеза без участия самцов или гиногенеза, когда сперма самцов близкого вида используется только для активации яйцеклеток (Devlin, Nagahama, 2002).

У некоторых видов возможен андрогенез — развитие яйцеклетки с мужским ядром, внесённым в неё спермием в процессе оплодотворения. Андрогенез, как и гиногенез можно использовать при создании клонов рыб и для получения самок без применения гормонов. (Грунина, Рекубрятский, 2006; Гребельный, 2008; Avise, 2008). В настоящее время получены андрогенетические потомства радужной форели, карпа и некоторых других видов рыб.

Одним из наиболее перспективных является метод создания клонально размножающихся линий самок осетровых рыб. Данный метод позволяет получать одноположенское потомство от рыб с любым механизмом за-

кладки пола, в том числе и слабо изученным, и даёт возможность существенно сократить затраты при формировании маточного стада. Метод применяется к яйцеклеткам самок гибридов филогенетически удалённых видов. Отсутствие редукции хромосом яйцеклеток известно у многих видов рыб (Васильев, 1985). Это даёт возможность формирования маточного стада, состоящего из одних самок, с целью дальнейшего массового получения осетровой икры. При скрещивании с близкими чистыми видами потомство окажется триплоидным и поэтому стерильным (Патент ... , 2005).

В настоящее время на многих осетровых хозяйствах в России имеются установки с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) для полноциклового выращивания осетровых от икры до половозрелых особей или хотя бы оборудование для терморегуляции воды при нересте осетровых рыб и инкубации икры.

Объёмы производства и спрос на осетровых и пищевую икру увеличиваются год от года. По материалам ФАО (2016), в таблице представлены данные производства осетровых в аквакультуре в Российской Федерации, включая разные типы хозяйств, в 2010—2015 гг.

Учитывая возросший спрос на самок осетровых рыб, мы исследовали наиболее простую и экологичную, температурную регуляцию пола у осетровых.

Целью нашей работы было определить возможность получения потомства с заданным соотношением самок и самцов с помощью температурного влияния в период эмбриогенеза, для дальнейшего формирования маточных стад осетровых рыб с преобладанием самок, а также снижения экономических затрат при выращивании, если фермерские хозяйства ориентированы на получение пищевой икры от осетровых рыб. Одновременно были определены оптимальные температуры инкубации икры для получения наибольшей оплодотворяемости и выживания предличинок, личинок и молоди. По результатам про-

Производство осетровых в аквакультуре в Российской Федерации

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Объём производства, т	2 078	3 020	3 270	3 430	3 560	3 845

ведённых исследований были разработаны соответствующие рекомендации по термической коррекции пола осетровых рыб в период эмбриогенеза для получения потомства с преобладанием самок (на примере бестера).

#### Материал и методы

Материалом к рыбоводно-биологическим рекомендациям выращивания осетровых рыб в условиях УЗВ послужили экспериментальные работы по получению и содержанию личинок и молоди 2 пород бестера: Аксайской (СБС) (*Acipenser ruthenus* (L.) × (*Huso huso* (L.) × *Acipenser ruthenus*)) и Бурцевской (БС) (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) в бассейнах УЗВ в условиях аквариального рыбоводного комплекса ФГБНУ «ВНИРО» в течение 2015—2017 гг. Экспериментальные работы были проведены в три тура (тройная повторность) с целью получения более достоверных результатов.

#### Проведение подготовительных работ для термической коррекции пола.

*Рекомендации по работе с производителями и определению степени зрелости самок.*

На качество получаемых половых продуктов в установках с УЗВ, существенное влияние оказывает длительность периода «искусственной зимовки» (не менее 80 сут. при температуре воды около 5 °С). При такой «зимовке» оплодотворяемость икры осетровых в УЗВ сопоставима с данными, полученными в прудовых условиях: 80 % для Бурцевской породы и 85 % для Аксайской породы бестера. Сокращение сроков «зимовки», в сравнении с предложенными, приводит к снижению оплодотворяемости икры. Критерием готовности самок к нересту служит коэффициент поляризации ядра в ооците, но целесообразнее учитывать, как коэффициент поляризации (Кп), так и средний диаметр ооцита.

Определение Кп проводили по стандартной методике (Экспресс-метод ... , 1978). При содержании бестера в УЗВ, шуповую пробу ооцитов отбирали при перемещении рыбы в зимовальный модуль и перед повышением температуры до нерестовых значений (8—20 °С).

При значениях коэффициента поляризации (Кп) ядра в ооцитах 18—22 %, до пе-

ревода самок на нерестовую температуру рекомендуется содержать их в зимовальных бассейнах при 4 °С — до 5 мес., при 10,5 °С — до 3,0 мес., а при температуре воды 22 °С и содержании более 1,6 мес. начинается атрезия фолликулов. Минимальный диаметр ооцитов в яичниках у впервые созревающих самок С×БС составлял около 2100 мкм (Особенности половых циклов ... , 2012).

При Кп менее 11 %, самок после зимовки отсаживали в бассейн для преднерестового повышения температуры. Повышение температуры проводили постепенно, не более 2 °С в сутки в течение 7—14 дней и далее выдерживали производителей при 8—20 °С ещё 3—5 дней.

*Гормональная стимуляция созревания производителей бестера.*

Гормональную стимуляцию проводили по стандартной методике с использованием двукратной инъекции сурфагона. (Гончаров, 1984). Самцам вводили однократную инъекцию полной дозы препарата.

Продолжительность созревания и время инъекций для получения зрелых половых продуктов у бестера определяли по рекомендациям О.П. Филипповой и А.С. Сафронова (2004).

После появления первых икринок спустя 20—30 мин (в это время получали сперму от самцов) приступали к получению икры.

Перед получением икры производителей обездвигивали с помощью гвоздичного масла. Использовали 100 % эфирное масло ООО «Медикомед» (Россия) с 5-минутной экспозицией в концентрации 0,04 мл/л воды в отдельной ёмкости. После получения половых продуктов, производителей помещали в бассейн с чистой водой на 10—20 мин до полного пробуждения (Руководство по применению ... , 2011).

Для получения икры использовали способ с проколом яйцеводов — метод С.Б. Подушки (1986). Получение текучих молок от самцов производили стандартно с помощью силиконового катетера.

*Инкубация икры бестера.*

Во всех турах рыбоводная икра была получена прижизненным методом (Подушка, 1986) от нескольких самок, смешана и

разделена на равные части по числу экспериментальных температур в соответствующем модуле УЗВ. Каждая часть икры осеменялась смесью спермы пяти самцов той же породы в воде, имеющей соответствующую температуру, и была помещена в изолированные инкубационные аппараты типа «Осётр» при соответствующей температуре воды.

Инкубация икры бестера проводилась при различных температурах воды, три из которых (8, 18 и 20 °С) были близки к критическим, а остальные (12, 13, 14 и 16 °С) — находились в пределах температурного оптимума инкубации икры бестера. Воздействие температур продолжалось с момента осеменения до завершения инкубации. Далее потомства выращивали отдельно до возраста, когда было возможно точное гистологическое определение пола (около 1 года). Во всех вариантах процент оплодотворения и выживания на разных стадиях развития определяли по А.С. Гинзбург и Т.А. Детлаф (1969). Взвешивание личинок проводили в первые сутки после вылупления, перед началом активного питания (на 7-е сутки), а затем — каждые 5 дней.

#### *Выращивание личинок и молоди.*

Вылупившиеся личинки во всех трёх турах были посчитаны поштучно и переведены для дальнейшего выращивания в круглые бассейны с конусным дном и нижней подачей воды, объёмом 400 л, а затем, по мере роста, рассаживались в круглые бассейны с плоским дном и подачей воды сверху, объёмом 500 л. Перевод личинок на активное питание осуществляли с помощью живых науплиев артемии и сухих гранулированных кормов Sorpens и LeGouessant. Молодь со средней массой 1 г рассаживали по мере достижения плотности 2—3 кг/м<sup>3</sup>. Средняя температура воды при выращивании молоди до 1 г была около 18 °С в первом и третьем туре и до 20 °С во втором туре. В дальнейшем её постепенно повышали до 21—23 °С. При достижении средней массы в 3 г молодь бестера рассаживали в круглые бассейны объёмом 3 м<sup>3</sup>. Дальнейшее отдельное выращивание групп «разнотемпературной» молоди также проводилось в УЗВ.

Кормление молоди осуществлялось сухими гранулированными кормами, по нормам для осетровых в зависимости от темпе-

ратуры воды и средней массы рыб. Корма подавались в бассейны автоматически каждые 2—4 ч с помощью ленточных или бункерных кормушек по соответствующей программе.

Гидрохимические показатели воды в УЗВ были в пределах нормативных значений при выращивании осетровых рыб.

В конце экспериментальных работ проводили полный биологический анализ у С×БС в возрасте 10 месяцев, а у БС — в 17 месяцев.

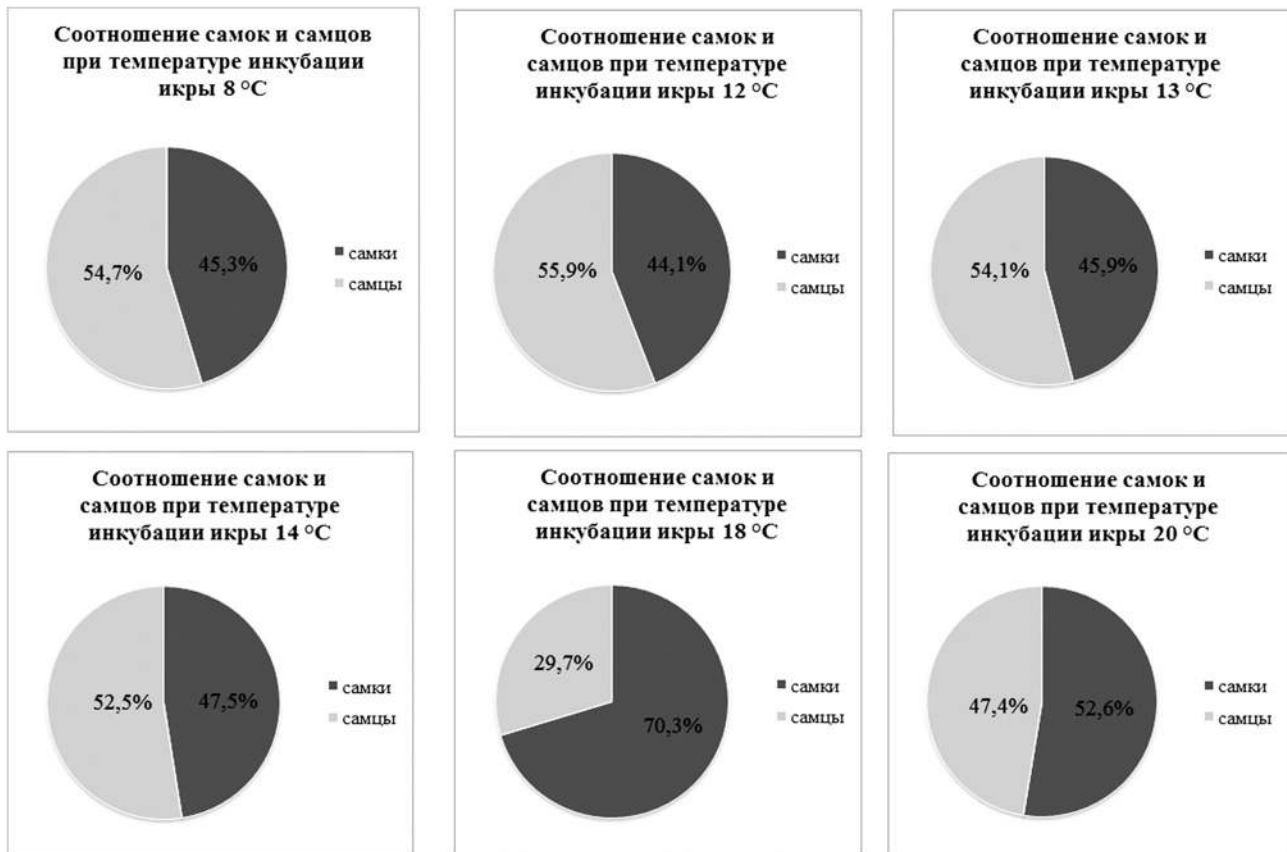
Статистическая обработка материалов была выполнена с использованием прикладной программы Microsoft Excel.

При проведении гистологических исследований руководствовались стандартными методиками (Роскин, Левинсон, 1957; Гистология для ихтиологов ... , 2009).

### **Результаты и обсуждение**

*Биологический и гистологический анализ.*

По результатам проведённого биологического анализа и на основании гистологических исследований гонад, взятых у молоди С×БС и БС, в зависимости от температуры инкубации икры, прослеживается следующая закономерность в закладке пола: из икры, которая инкубировалась при температуре 8 °С (ниже оптимальной), сформировалось несколько больше самцов — 55 %, из икры, которая инкубировалась при температуре 13—14 °С, оптимальной для бестера, соотношение самцов и самок было приблизительно равным (количество самок изменялось от 47 до 53 %), а из икры, которая инкубировалась при температуре 20 °С, выше оптимальной, сформировалось больше самок — 53 %. Следует отметить, что по данным второго тура из варианта с температурой 20 °С в результате выращивания до возраста 1,0—1,1 года количество самок гибрида С×БС достигало 60,7 %, хотя в третьем туре, при повторности, количество самок несколько снизилось. Максимальное количество самок — 70,3 %, было получено в варианте с инкубацией икры при температуре воды 18 °С. В варианте с 20 °С соотношение самок и самцов, оказалось наиболее изменчивым, что вероятно связано с критическим воздействием этой температуры на выживаемость икры. Краткие результаты анализа приведены на рисунке.



Соотношение самок и самцов у С×БС и БС в разных вариантах эксперимента по влиянию температуры инкубации икры на закладку пола

Исследования аномалий развития зародышей в эмбриогенезе, темпа роста, выживаемости молоди и дифференцировки пола у гибридов бестера, в зависимости от различных температур инкубации икры во время первого года выращивания в УЗВ, показали, что:

1. Температура инкубации икры влияет не только на скорость эмбрионального развития осетровых, но и определяет возникновение отдельных аномалий.

2. При инкубации икры самый большой процент аномальных зародышей у гибрида бестера наблюдался на 35 стадии при 8 °С и на 17 стадии при 18—20 °С.

3. Наиболее благоприятной температурой инкубации икры бестера является 16 °С, при которой отмечается наименьшая доля эмбрионов с аномалиями в развитии.

4. Изменение средней температуры воды при выращивании личинок и мальков на несколько градусов (например, с 18 до 20 °С) приводит к увеличению средней массы на 45-й день в несколько раз.

5. Температура инкубации оказывает

прямое воздействие на дальнейшее увеличение массы тела молоди: чем ниже температура воды при инкубации, тем медленнее растёт рыба в дальнейшем. Однако данное воздействие может нивелироваться к возрасту 250—300 сут. выращивания, при несоблюдении оптимальных плотностей посадки. Поэтому гораздо большее влияние на темп роста может оказать именно плотность посадки молоди при выращивании, а не температура воды при инкубации икры.

6. При температуре инкубации 12—13 °С, являющейся оптимальной для развития всех органов личинок бестера, их выживаемость от однодневных предличинок до массы молоди в 1 г было выше, по сравнению с другими вариантами.

7. Инкубация икры при 8 °С вызывает у бестера Аксайской и Бурцевской пород пониженное выживание эмбрионов (48,3 %) по сравнению с оптимальными температурами (до 94,6 %) и в дальнейшем преобладание самцов.

8. Температура инкубации не оказала существенного влияния на скорость гамето-

генеза. Переход на IV стадию зрелости единичных самцов бестера Аксайской породы из вариантов 8, 13 и 20 °C наблюдался уже в 1,5 года.

9. К 10 месячному возрасту во всех вариантах гонадо-соматические индексы самцов были выше, чем у самок.

10. У 95 % бестера Аксайской породы 4-го поколения цитологическая дифференцировка гонад заканчивается к возрасту 10 месяцев при средней массе тела 380 г и гонадо-соматическом индексе у самок около 1,5 % и самцов около 2,0 %, а у Бурцевской породы дифференцировка пола только начинается в возрасте 10 месяцев, при массе тела 400 г, и завершается к 15 месяцам при средней массе тела 700 г, когда гонадо-соматический индекс самок составляет 0,5 %, а у самцов — 1,0 %.

11. Оптимально проводить инкубацию икры бестера в диапазоне температур 14—16 °C, что способствует наибольшему выживанию эмбрионов и наименьшему количеству уродств в эмбриогенезе, но при этом соотношение полов сохраняется 1 : 1.

12. Температура инкубации 18—20 °C позволила получить до 70,3 % самок, но при этом наблюдалась более высокая элиминации

эмбрионов (до 50—75 %), в сравнении с оптимальными условиями инкубации икры.

13. Критическая температура инкубации 20 °C является благоприятной для формирования в потомстве большего числа самок, но не может быть рекомендована для инкубации икры, в связи с повышенной смертностью на личиночной стадии и нестабильностью результатов.

### Заключение

Полученные данные по регулированию пола у бестера путём термического воздействия в период эмбрионального развития дают возможность сохранять, как классическое сочетание полов в стаде 1 : 1, так и получать потомство с преобладанием самок, применяя на рыбоводных хозяйствах повышенные температуры инкубации икры, и тем самым, сокращать затраты на выращивание осетровых рыб, как для товарного, так и для икорного производства.

Приведённые выше данные по температурам инкубации икры бестера с целью получения в потомстве большего количества самок, для других видов и гибридов осетровых необходимо дополнительно уточнять экспериментальным путём.

### Литература

- Васильев В.П.** Эволюционная кариология рыб. М.: Наука, 1985.
- Гинзбург А.С., Детлаф Т.А.** Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение и эмбриогенез. М.: Наука, 1969.
- Гистология для ихтиологов: опыт и советы / Е.В. Микодина [и др.]. М.: Изд-во ВНИРО, 2009.
- Гончаров Б.Ф.** Синтетический аналог люлиберина — новый перспективный стимулятор созревания половых продуктов осетровых рыб // Сб. докл. АН СССР. 1984. Т. 276. С. 1002—1006.
- Гребельный С.Д.** Клонирование в природе. Роль остановки генетической рекомбинации в формировании фауны и флоры. СПб.: ЗИН РАН, 2008.
- Грунина А.С., Рекубретский А.В.** Андрогенез у рыб, или Только из мужского семени // Природа. 2006. № 11. С. 25—31.
- Кирпичников В.С.** Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 1987.
- Мировое производство аквакультуры 2010-2014 (Обзор в цифрах по материалам ФАО) М.: Изд-во ВНИРО, 2016.
- Особенности половых циклов самок бестера *Acipenser ruthenus* L. (*Huso huso* L. × *Acipenser ruthenus* L.) Аксайской породы при содержании в установке с замкнутым циклом водообеспечения / О.П. Филиппова [и др.] // Вопросы рыболовства. 2012. Т. 13, № 2(50). С. 396—410.
- Патент RU 2312495 С2. Способ получения однополо-женского потомства у осетровых рыб / В.П. Васильев [и др.] от 21.12.2005 г.
- Подушка С.Б.** Способ получения икры от самок осетровых рыб. Авторское свидетельство СССР № 1412035. 1986.



**Роскин Г.И., Левинсон Л.Б.** Микроскопическая техника. М.: Сов. наука, 1957.

Руководство по применению анестетика «гвоздичное масло» в аквакультуре / Е.В. Микодина [и др.]: монография / Тр. ВНИРО, серия Аквакультура. 2011. Вып. 6.

**Филиппова О.П., Сафронов А.С.** Сроки созревания разных пород бестера после гормональной инъекции // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: сб. докл. III Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 22—25 марта 2004 г.). Астрахань: НПЦ «БИОС», 2004. С. 80—83.

Экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых / Б.Н. Казанский [и др.] // Рыбн. хоз-во. 1978. № 2. С. 24—27.

**Avise J.C.** Clonality. The genetics, ecology and evolution of sexual abstinence in vertebrate animals. Oxford: Oxford University Press, 2008.

**Devlin R.H., Nagahama Y.** Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences // Aquaculture. 2002. Vol. 208. P. 191—364.

Evidence of female hetero-gametic genetic sex determination in white sturgeon / A.L. Van Eenennaam [et al.] // J. Hered. 1999. Vol. 90. P. 231—233.

Induced meiotic gynogenesis of paddlefish *Polyodon spathula* / S.D. Mims [et al.] // J. World Aquacult. Soc. 1997. Vol. 28, № 4. P. 334—343.

УДК 597.423:639.3

### ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ШИПА (*ACIPENSER NUDIVENTRIS* Lov.) В ПРЕЖНЕМ АРЕАЛЕ ОБИТАНИЯ

М.С. Чебанов<sup>1</sup>, Е.В. Галич<sup>1</sup>, Я.Г. Меркулов<sup>1</sup>, В. Бекбергенова<sup>2</sup>, В.Н. Крупский<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Центр сохранения генофонда осетровых рыб ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы» министерства природных ресурсов Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

<sup>2</sup>Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: MСhebanov@gmail.com

Шип (*Acipenser nudiiventris* Lovetsky) являлся одним из наиболее малочисленных видов семейства Acipenseridae (осетровые) во всем ареале и оказался наиболее уязвимым в связи с усилением промысла осетровых и интенсивным хозяйственным освоением мест его обитания в начале и середине XX в. В бассейне р. Кубани шип устойчиво, хотя и в небольшом количестве, фиксировался в уловах до начала 1930-х гг. В более поздних исследованиях шип отмечался единично, а в последние 60 лет шип уже не встречался (Чебанов, Галич, Меркулов, 2017а). В Каспийском бассейне, шип долгое время являлся ценным промысловым видом, его уловы в отдельные годы достигали 1,9 тыс. т, при этом шип характеризовался самым высоким показателем промыслового возврата — 0,44—3,44 %, для сравнения у белуги это значение составляет 0,3—1,1 % (Зыков, Казанский, Абраменко, 2015).

В Краснодарском крае работы по ре-акклиматизации шипа в р. Кубань были нача-

ты в конце XX в. В период с 1998 по 2001 г., Южным филиалом ФГУП ФСГЦР совместно с ОВППР КрасНИИРХ была проведена масштабная работа по изучению возможности восстановления популяций всех видов осетровых рыб, обитавших в водоёмах Краснодарского края. В рамках этой работы были проведены исследования наиболее крупных водоёмов: Краснодарского вдхр., р. Кубань, нескольких групп лиманов, включая Курчанский и Ахтанизовский. На основании полученных результатов был сделан вывод о возможности восстановления в бассейне р. Кубань популяций стерляди и шипа, не встречавшихся с середины 20 века (Чебанов, 1996; Искусственное воспроизводство ... , 2000). Работы по восстановлению популяций этих видов были начаты со стерляди, как с наиболее изученного и многочисленного вида с обширным ареалом обитания. Уже через 10 лет после начала работ к ЮФ ФСГЦР присоединились осетровые заводы (ОРЗ) приступив к масштабным работам по искусственному воспроизводству

этого вида (Чебанов, 2007). В настоящее время на ОРЗ края имеются собственные крупные ремонтно-маточные стада, включающие тысячи разновозрастных особей и сотни зрелых производителей стерляди, объем выпуска составляет более 5 млн шт. в год, а доля молоди стерляди в общем объеме искусственного воспроизводства осетровых в Краснодарском крае превышает 70 %. Маточное стадо стерляди Кубанского института осетроводства насчитывает около 20 тыс. половозрелых самок.

В последнее десятилетие поимки в реке зрелых самок стерляди стали регулярными, как и пересадка производителей стерляди рыбопропускными сооружениями Фёдоровского и Краснодарского гидроузлов (Chebanov, Galich, Ananyev, 2008). Очевидно, что такое расширение ареала обитания наглядно свидетельствует об успешной реакклиматизации стерляди в бассейне р. Кубани. В последней редакции Красной книги Краснодарского края (Чебанов, Галич, Меркулов, 2017б) природоохранный статус стерляди был снижен с 1 «Находящийся в критическом состоянии» сразу до 3 «Уязвимые», то есть, ранее практически исчезнувший вид, численность которого восстанавливается в результате искусственного воспроизводства. Таким образом, всего за 20 лет, начиная с момента завоза первой экспериментальной партии икры, вид, который не встречался в природных водоёмах более 50 лет был восстановлен до устойчивой популяции, хотя и поддерживаемой пока искусственным воспроизводством.

В 2004 г., после получения первых положительных результатов реакклиматизации

стерляди, была начата работа по восстановлению популяции шипа. В 2005 г. впервые в истории кубанского воспроизводства был проведён однократный выпуск 210,6 тыс. шт. молоди шипа средней массой 2,9 г, выращенной из оплодотворённой икры, полученной от маточного стада Южного филиала ФГУП ФСЦР. Позднее в связи с исключением ФАР шипа из числа воспроизводимых видов, как исчезнувшего вида, реакклиматизация шипа в р. Кубань была прекращена.

В настоящее время в ремонтно-маточном стаде Центра сохранения генофонда осетровых рыб «Кубаньбиоресурсы» содержится уже второе и третье поколения шипа, полученное в бассейне р. Кубани. Анализируя основные биотехнические показатели этих рыб можно сделать вывод об успешной адаптации их к условиям содержания (табл. 1).

Потомство шипа, ежегодно получаемое от производителей, адаптировавшихся к условиям р. Кубань, демонстрирует хорошие рыболовные показатели, как и стерлядь, также являющуюся реакклиматизантом в бассейне р. Кубань. На основании результатов анализа 25-летнего опыта разведения и выращивания шипа в условиях Краснодарского края (при выращивании первые 2 года в условиях тепловодного хозяйства, нами были определены усреднённые рыболовные показатели, которые используются при планировании работ по воспроизводству этого вида (см. табл. 2).

Мониторинг состояния репродуктивной системы ремонтно-маточного стада шипа осуществляется с помощью неинвазивной ультразвуковой экспресс-диагностики

Таблица 1

Рыбоводно-биологические показатели шипа из ремонтно-маточного стада «Кубаньбиоресурсы»

Показатель	Значения
Возраст полового созревания (самцы/самки), год	4—6/6—8
Межнерестовый интервал (самцы/самки), мес.	12—24/24—36
Масса впервые созревающих рыб (самцы/самки), кг	4,5—7,0/6,0—8,0
Календарные сроки нереста	2—3 декада апреля
Оптимальный интервал температуры воды в период нереста, °С	12—15
Средняя масса одного ооцита, мг	12,5—13,5
Продолжительность инкубации икры при температуре 15—16 °С, сут.	5—6
Возраст перехода личинок на активное питание при температуре 17—19 °С, сут.	8—9
Средняя масса сеголеток, г	110—120

## Усреднённые биотехнические показатели выращивания шипа и стерляди в Краснодарском крае

Показатель	Шип	Стерлядь
Созревание самок после гормональной стимуляции, %	87	82
Выживаемость самок после получения половых продуктов, %	98	96
Относительная плодовитость самок при прижизненном способе получения, %	15—17	10—12
Оплодотворяемость икры, %	80—85	70—75
Выход предличинок из инкубационного аппарата, %	75	70
Выживаемость личинок, перешедших на активное питание, %	75	70
Выживаемость молоди массой 3 г	75	70
Выживаемость сеголеток от молоди массой 3 г	85—90	80—85

(Чебанов, Галич, 2010). Определение пола и разделение самок и самцов осуществляется при массе не более 2 кг. Особенностью гонадогенеза самок шипа как в природных, так и в искусственных условиях является значительное накопление жира в гонадах II жировой стадии зрелости. Запасы жира могут превышать 90 % от объёма гонады. Эта особенность шипа учитывается при дифференцированном (в зависимости от стадий половой зрелости) кормлении ремонтных групп и отнерестившихся производителей шипа (Chebanov, Galich, 2017).

Для получения зрелых половых продуктов использовались 2 основные схемы гонадотропной стимуляции производителей: двукратная инъекция сурфагона — синтетического супер-аналога гонадотропин-рилизинг гормона (Гончаров, 1984) в дозе 50 мкг на самку и 30 мкг на самца, независимо от массы рыб; и комбинированные инъекции (Чебанов, Галич, Чмырь, 2004; Бубунец, Ревякин, Лабенец, 2014) с использованием для предварительной инъекции гипофиза карповых рыб (0,5 мг/кг) и для разрешающей — сурфагона (35 мкг/особь). Существенных различий в эффективности указанных схем инъекций при проведении нерестовой кампании шипа в традиционные рыбоводные сроки не отмечено. Комбинированную схему целесообразно использовать в случае резкого понижения температуры воды.

Искусственное воспроизводство шипа для снижения инбридинга осуществляется оптимальным скрещиванием генотипированных производителей (с определёнными митохондриальным гаплотипом и аллельным

составом пяти микросателлитных локусов) из маточного стада (Чебанов, Галич, 2013).

При реакклиматизации шипа в бассейне р. Кубань следует учитывать экологические и биологические особенности этого вида. Потомство шипа перед скатом в море, способно проводить в реке до трёх лет, а часть рыб остаётся в реке до достижения половой зрелости. Это отмечалось ещё В.К. Грюнбергом (1913) в его исследовании биологии осетровых рыб р. Кубани. В частности, указывалось, что при отсутствии шипа в уловах на устьевых участках р. Кубани, в районе г. Усть-Лабинска ежегодно вылавливали около 10 половозрелых особей шипа (Грюнберг, 1913). К.Б. Аветисов (1992, 2008) также указывал на то, что популяциям шипа присущи видоспецифичные экологические особенности: высокая степень привязанности к рекам горного происхождения с сильной извилистостью русел и значительной протяжённостью равнинных участков, наличием «ям», перекатов, высокой концентрации взвеси в воде, особенно в период паводков.

Необходимо подчеркнуть, что в конце 1970-х гг. произошли существенные изменения гидрологии Кубани, коренным образом изменившие характер водоёма в среднем и нижнем течении. До начала гидростроительства р. Кубань представляла собой быструю горную реку, с значительными колебаниями уровня воды и высокой скоростью течения. После создания водохранилища и строительства оросительных систем крупнейшего в РФ рисоводческого комплекса и отбора части стока в верховьях, характер среднего и нижнего течения реки приблизился к равнин-

ным рекам, а водохранилище создало благоприятные условия для нагула молоди. Таким образом, зарегулирование р. Кубани, крайне негативно отразившееся на анадромных видах осетровых и лишившее их более чем на 40 лет возможности естественного размножения, создало более благоприятные условия для формирования самовоспроизводящихся популяций стерляди и шипа (Чебанов, 1996).

Кормовая база р. Кубани ниже Краснодарского вхдр. в настоящее время практически не используется ихтиофауной. По оценкам АзНИИРХ доступная ежедневная остаточная продукция кормового бентоса в реке на площади более 26 км<sup>2</sup> составляет около 9 т/сут., что эквивалентно рыбопродуктивности по шипу за вегетативный период — около 160—180 т в год. Кроме того, даже скатившаяся в море молодь шипа обычно не уходит далеко от различных нерестовых рек и придерживается приустьевых опреснённых участков, где нагуливается до половозрелого состояния (Аветисов, 1992). Эта особенность шипа может позволить в будущем сформировать локальную популяцию шипа у Кубанского побережья Азовского моря.

За последние 15 лет на территории Краснодарского края и Ростовской области было сформировано несколько ремонтно-маточных стад шипа. Крупнейшие из них численностью более 3 тыс. экз. находятся в Краснодарском крае в ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы» министерства природных ресурсов Краснодарского края и ООО «Кубанский институт осетроводства» ([www.sturgeon.su](http://www.sturgeon.su)). Число ежегодно созревающих самок в указанных ремонтно-маточных стадах в последние годы превышает 200—300 шт. в год, что сопоставимо с количеством зрелых самок русского осётра и севрюги, используемых на всех ОРЗ Краснодарского края. Значительный воспроизводственный потенциал этих маточных стад, позволяющий осуществлять выпуск около 1,5 млн шт. молоди шипа в целях реакклиматизации шипа в бассейне р. Кубани.

В период с 2014 по 2016 г. ГБУ КК «Кубаньбиоресурсы» был проведён ряд подготовительных работ:

- оценены биоценотическая, экологическая и в целом, приёмная ёмкость возможных

водоёмов для размещения шипа;

- определены возможные места нагула молоди различной массы и возраста;

- оценены потенциальная площадь и состояние естественных нерестилищ осетровых, которые могут быть использованы шипом;

- рассмотрена обеспеченность кормовой базой для различных возрастных групп шипа, определены возможные конкуренты в питании и враги;

- рассчитана потребность в рыбопосадочном материале для интродукции и разработан план и технологическая схема интродукции.

В конце 2017 г. биологическое обоснование восстановления популяции шипа в бассейне р. Кубань получило одобрение АзНИИРХ и положительное заключение экспертизы, проведенной ФГБУ «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации» (ЦУРЭН).

Технологическая схема проведения работ по восстановлению шипа в р. Кубани предусматривает несколько этапов:

**I этап.** Восстановление присутствия вида в водоёме (2018—2024 гг.).

**II этап.** Мониторинг сформированных природных популяций, изучение актуальных эколого-биологических особенностей, мест обитания (нагула, зимовки, нереста) различных возрастных групп. Возможная корректировка плана вселения (по численности, размерно-возрастным показателям, местам выпуска) по результатам мониторинга (2024—2025 гг.).

**III этап.** Разработка биотехнических нормативов воспроизводства шипа в р. Кубани. Формирование промысловой популяции (2026—2030 гг.).

При разработке плана интродукции особое внимание было уделено обеспечению максимальной выживаемости выпускаемых в природные водоёмы особей. С целью натурализации было рекомендовано выпускать в водоёмы-реципиенты различные возрастные и размерные группы шипа. Такой подход позволит не только минимизировать внутривидовую пищевую конкуренцию выпускаемых

групп рыб, но и обеспечить возможность естественного нереста шипа за счёт выпуска особей старшего возраста и даже зрелых производителей шипа непосредственно на нерестилища.

Аналогичный метод был использован при успешной акклиматизации аральского шипа в оз. Балхаш в котором была создана самовоспроизводящаяся популяция за счёт вселения в 1933—1934 гг. 289 шт. зрелых производителей массой от 6 до 30 кг и соотношением полов близким к 1 : 1 (Печникова, 1970). Уже в 1934 г. в р. Или отмечался естественный нерест и в 1953—1955 гг. экспериментальные уловы шипа составляли 18,5—20,0 т, при этом отдельные особи шипа в 1955 г. достигали 97 кг (Домбровский, Серов, Диканский, 1972).

Вместе с тем, высокая стоимость особей старших возрастных групп, особенно зрелых самок, не позволят осуществлять акклиматизационные мероприятия только за счёт указанных групп рыб. Планом интродукции предусмотрено выращивание и выпуск разновозрастной молоди шипа, начиная от личинок (что по сути равнозначно выпуску на нерестилища зрелых производителей), и заканчивая старшими возрастными группами, включая годовиков, двух- и трёхлеток и т. д. Численность ежегодно выпускаемых взрослых рыб была определена исходя из фактических возможностей рыбоводных хозяйств, участвующих в выполнении работ по восстановлению популяции шипа. В среднем, соотношение зрелых рыб старшего и младшего ремонта составляет 1 : 4 : 40, что ориентировочно соответствует соотношению различных возрастных групп в природных популяциях. Включение в план интродукции выпуска разновозрастных особей, рационально ещё и потому, что в отличие от промышленного искусственного воспроизводства аборигенных видов, работы по восстановлению популяции практически исчезнувшего вида должны охватывать весь спектр возможностей натурализации, по-

скольку заранее неизвестно, какие именно стадии развития обладают наилучшими адаптивными возможностями (Подушка, 2008).

В настоящее время программы восстановления (реаклиматизации) популяций шипа разрабатываются или частично реализуются во многих бассейнах: р. Урал и р. Или — Казахстан (Кокоза, Ербулеков, 2007; Избеков, Тимирханов, 2009; Сергалиев, Шукуров, Туменов, 2015; Осетровые Казахстана ... , 2014), р. Дунай — Австрия, Болгария, Венгрия, Германия, Сербия (The recent record ... , 2004; Friedrich, 2013); р. Сефидруд — Иран (Abdollahy, Tahori, 2006).

В связи с ограниченными возможностями сохранившегося генофонда и биотехнологического опыта разведения шипа реализация указанных программ вряд ли будет возможна без международного сотрудничества.

Таким образом имеются все предпосылки для успешного проведения работ по восстановлению популяции шипа (*Acipenser nudiiventris* LOVETSKY) в бассейне р. Кубани. В Краснодарском крае существуют крупные ремонтно-маточные стада этого вида, способные полностью обеспечить потребность в разновозрастных особях шипа для выполнения плана интродукции. Изменившийся в результате зарегулирования характер реки стал более благоприятен для обитания шипа. Для этого вида доступны естественные нерестилища осетровых, неиспользуемые анадромными видами осетровых уже более 40 лет, состояние которых признано удовлетворительным. Кормовая база Краснодарского вхр. и р. Кубани в среднем и нижнем течении недоиспользуется ихтиофауной и полностью обеспечит пищевые потребности интродуцируемого шипа.

В изменившихся экологических условиях биологические преимущества шипа «преимущества», обеспечивают возможность быстрой (в течение 20—30 лет) натурализации и формирования устойчивой самовоспроизводящейся популяции в бассейне р. Кубани.

### Литература

**Аветисов К.Б.** К вопросу о нерестовых температурах шипа (*Acipenser nudiiventris* LOVETSKY, 1828) // Осетровое хозяйство. 2008. № 1. С. 8—72.

**Аветисов К.Б.** Современное состояние шипа в ареале // Воспроизводство осетровых, лососёвых и частиковых рыб. М.: Изд. ВНИРО, 1992. С. 3—15.

**Бубунец Э.В., Ревякин А.О., Лабенец А.В.** Инновационная модель комбинированного стимулирования овуляции у осетровых рыб и цитометрические особенности продуцируемых ооцитов // Биомедицина. 2014. № 4. С. 65—69.

**Гончаров Б.Ф.** Синтетический аналог люлиберина — новый перспективный стимулятор созревания половых продуктов осетровых рыб // Доклады АН СССР. 1984. Т. 276, № 4. С. 1002—1006.

**Грюнберг В.К.** Биологии осетровых рыб Кубани // Вестник рыбопромышленности. 1913. № 9. С. 219—227.

**Домбровский Г.В., Серов Н.П., Диканский В.Н.** Биология и промысел шипа *Acipenser nudiventris* Lov. в Балхаш-Илийском бассейне // Труды ЦНИОРХ. 1972. Т. 4. С. 146—148.

**Зыков Л.А., Казанский А.Б., Абраменко М.И.** Расчёт промыслового возврата каспийского шипа *Acipenser nudiventris* от молоди искусственного воспроизводства // Вопросы рыболовства 2015. Т. 16, № 2. С. 148—159.

**Исбеков К.Б., Тимирханов С.Р.** Редкие виды озера Балхаш. Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2009.

Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоёмах России / Ю.П. Мамонтов [и др.]. СПб., 2000.

**Кокоза А.А., Ербулеков С.Т.** Некоторые результаты опыта промышленного воспроизводства шипа уральской популяции // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоёмов аридного климата: материалы и докл. Междунар. симпоз. (16—18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 315—318.

Осетровые Казахстана: современное состояние и перспективы сохранения / С.Р. Тимирханов [и др.]. Уральск: Зап.-Казахст. аграр.-техн. ун-т им. Жангир хана, 2014.

**Печникова Н.В.** Шип Аральского моря и озера Балхаш: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 1970.

**Подушка С.Б.** Возможна ли акклиматизация осетровых путём выпуска заводской молоди? // Actualstatus and active protection of sturgeon fish populations endangered by extinction / R. Kolman, A. Kapusta (eds.). Olsztyn: Wydawnictwo IRS, 2008. С. 127—132.

**Сергалиев Н.Х., Шукуров М.Ж., Туменов А.Н.** Современное состояние и меры по сохранению численности шипа (*Acipenser nudiventris*) урало-каспийской популяции // Наука и образование XXI века: опыт и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Уральск: Зап.-Казахст. аграр.-техн. ун-т им. Жангир хана, 2015. С. 191—19.

**Чебанов М.С.** Реакклиматизация стерляди (*Acipenser ruthenus*) в бассейне р. Кубань // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоёмах в начале XXI века (к 80-летию профессора Л.А. Кудерского) / под общ. ред. Д.И. Иванова: сб. науч. тр. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. С. 147—156.

**Чебанов М.С.** Экологические основы воспроизводства проходных и полупроходных рыб в условиях зарегулирования стока: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1996.

**Чебанов М.С., Галич Е.В.** Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству. Анкара, 2013.

**Чебанов М.С., Галич Е.В., Меркулов Я.Г.** Стерлядь // Красная книга Краснодарского края. Животные; 3-е изд. / отв. ред. А.С. Замотайлов, Ю.В. Лохман, Б.И. Вольфов. Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017а. С. 460—461.

**Чебанов М.С., Галич Е.В., Меркулов Я.Г.** Шип // Красная книга Краснодарского края. Животные; 3-е изд. / отв. ред. А.С. Замотайлов, Ю.В. Лохман, Б.И. Вольфов. Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017б. С. 455—457.

**Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н.** Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: ФГНУ «Росинформ-агротех», 2004.

**Abdolhay N., Tahori H.B.** Fingerling production and release for stock enhancement of sturgeon in the southern Caspian Sea // J. Appl. Ichthyol. 2006. Vol. 22, supp.1. P. 125—131.

**Chebanov M.S., Galich E.V.** Sturgeon broodstock management: optimization for year-round caviar production and controlled reproduction in intensive aquaculture // Abstracts of 8th International Symposium on Sturgeons (ISS8). Vienna, 2017. P. 18.

**Chebanov M.S., Galich E.V., Ananyev D.V.** Strategy for conservation of sturgeon under the conditions of the Kuban River flow regulation // Special Publication of the World Sturgeon Conservation Society. No. 2. 2008. P. 70—82.

**Friedrich Th.** Sturgeons in Austrian rivers: historic distribution, current status and potential for their restoration World Sturgeon Conservation Society, Spec. Publ. No. 5. IV. 2013. URL: <https://danube-sturgeons.org/sturgeon/ship-sturgeon/>

The recent record of ship sturgeon *Acipenser nudiiventris* in middle Danube river / P. Simonovič [et al.] // The European Ichthyological Society (EIS). № 4. April 27th. 2004. P. 10. URL: <http://www.nrm.se/ve/pisces/eis/eiscurr.shtml>

УДК 597.423:639.3

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОСЕТРОВЫХ В БАССЕЙНЕ Р. КУБАНЬ

М.С. Чебанов, Е.В. Галич, Я.Г. Меркулов, В.Н. Крупский

*Центр сохранения генофонда осетровых рыб ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы» министерства природных ресурсов Краснодарского края, г. Краснодар, Россия*

E-mail: MСhebanov@gmail.com

Необходимость принятия экстренных мер по восстановлению видового разнообразия осетровых рыб и повышения эффективности их искусственного воспроизводства в бассейне р. Кубань обусловлены:

1. Масштабной деградацией численности и внутривидовой структуры природных популяций осетровых; отсутствием естественного размножения анадромных видов осетровых в реке в течение последних 30 лет;

2. Полным прекращением заготовки диких производителей для искусственного воспроизводства на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ);

3. Несоответствием фактического выпуска молоди осетровых рекомендациям АзНИИРХ по видовому соотношению выпускаемой молоди (необоснованно высокая доля стерляди) и полным прекращением воспроизводства белуги в Азово-Кубанском районе;

4. Недостаточной эффективностью действующего возрастно-веса стандарта заводской молоди осетровых, и острой необходимостью его корректировки в соответствии с современными экологическими условиями.

Одним из важных элементов стратегии сохранения биологического разнообразия является создание в искусственных условиях резерва генофонда видов, находящихся на

границы исчезновения. Примером реализации подобного подхода в бассейне р. Кубани является Центр сохранения генофонда осетровых ([www.kubanbioresursi.ru](http://www.kubanbioresursi.ru)), созданный на базе государственного бюджетного учреждения Краснодарского края «Кубаньбиоресурсы» (далее — Центр).

В Центре содержится гетерогенное ремонтно-маточное стадо пяти видов осетровых рыб (белуги, севрюги, русского осётра, стерляди и шипа), занесённых в Красную книгу Краснодарского края, общей численностью свыше десяти тысяч особей. Это одна из крупнейших в мире живых генетических коллекций осетровых рыб. Столь высокая численность разновозрастного маточного стада является гарантией сохранности и возможности эффективного гетерогенного воспроизводства всех видов осетровых рыб, встречавшихся в Азовском бассейне в период наивысшей численности популяции.

Важным элементом эколого-адаптивного подхода к сохранению генофонда осетровых в искусственных условиях является выбор участка содержания ремонтно-маточного стада. Генетическая коллекция Центра размещается в нижнем бьефе Краснодарского водохранилища, недалеко от естественных нерестилищ осетровых. Температурный, гид-

рохимический режим и сроки проведения нерестовой кампании при искусственном воспроизводстве полностью соответствуют условиям при естественном нересте. Поскольку содержание коллекции производится на водотоке из “материнского водоёма”, подобие экологических условий искусственного и естественного размножения способствует “импринтингу” — химическому запечатлению сигналов “родной” среды получаемого потомства в период перехода личинок на экзогенное питание (Бойко, Рудницкая, 2014), необходимого для хоминга производителей, которые в будущем будут созревать в море. Это особенно важно в условиях изменения климата, ещё более трансформирующих структуру нерестовой миграции осетровых в реке, произошедшие в результате гидростроительства и изменения водного режима реки. Кроме того, необходимо отметить, что маточное стадо Центра содержится значительно выше основного района рисосеяния и сброса дренажно-коллекторных вод в р. Кубани.

В начале 1970-х гг. для компенсации сокращения естественного размножения осетровых вследствие зарегулирования р. Кубани, кроме 2-х существовавших (Ачуевского и Темрюкского), были построены ещё 2 новых ОРЗ — Гривенский и Краснодарский. При этом, для полного обеспечения искусственного воспроизводства в Азово-Кубанском районе (80 % севрюги и 20 % русского осётра) планировалось ежегодно использовать не менее 2,8 тыс. шт. зрелых производителей (Чебанов, 1996). Поэтому очевидно, что существующие в настоящее время на ОРЗ генетически однородные маточные стада с численностью от 40 до 200—300 ос. одного вида не способны, при отсутствии естественного размножения, обеспечить формирование биологически полноценных популяций осетровых в море.

В этих условиях необходима координация усилий всех организаций, участвующих в искусственном воспроизводстве осетровых, и формирование региональных «планов гетерогенного скрещивания», предусматривающих, в том числе обмен генетическим материалом между организациями, особенно тех видов, объем разведения которых значительно меньше необходимого с преобладанием близко-

родственных производителей.

Наиболее многочисленным в прошлом в Азовском море и основным в р. Кубани видом осетровых была севрюга (Чугунов, Чугунова, 1964; Мусатова, 1973). Резкое сокращение её численности привело к тому, что с 2007 по 2018 г. в Азовском море не было заготовлено ни одной зрелой самки севрюги для воспроизводства на ОРЗ. Использование маточного стада позволяет Центру ежегодно осуществлять распределённый во времени выпуск разновозрастной молодежи.

Внедрение новых технологий и «экологизации» методов разведения и выращивания рыб (Чебанов, Галич, 2010, 2011б) позволило достигнуть значимых успехов в восстановлении видов, которые практически полностью исчезли в природе и не встречаются уже несколько десятков лет. Искусственное воспроизводство белуги в Краснодарском крае в связи с отсутствием в море зрелых производителей с 2001 по 2011 г. осуществлялось только Южным филиалом ФСПЦР (Чебанов, 2002; Чебанов, Галич, 2011а). В последние 6 лет только Центр «Кубаньбиоресурсы» и Кубанский институт осетроводства ([www.sturgeon.ru](http://www.sturgeon.ru)) воспроизводят и выпускают разновозрастную молодь белуги в р. Кубань. Ежегодно Центр выпускает в р. Кубань не только молодь белуги со стандартной массой, но и особей старших возрастных групп массой от 200 до 2 000 г. Численность взрослых половозрелых белуг и севрюг в генетической коллекции Центра существенно превышает их численность в настоящее время в Азовском море (по оценкам АзНИИРХ).

Одним из видов осетровых в р. Кубань в конце XIX начале XX в. был шип (*Acipenser nudiiventris*). В Центре сохранения генофонда в настоящее время сформировано крупнейшее в России маточное стадо шипа и проведена масштабная работа по адаптации биотехники искусственного воспроизводства этого вида в бассейне р. Кубани к его биологическим, экологическим и поведенческим особенностям. Полученные результаты стали основой разработки Плана восстановления шипа в водоёмах бассейна р. Кубани, основанного на безусловном использовании в воспроизводстве генетических данных и интродукции в реку



различных размерно-возрастных групп шипа (Чебанов, 1996; Sturgeon hatchery ... , 2011).

Следует отметить, что молекулярно-генетическая паспортизация производителей не только обеспечивает исключение близкородственного скрещивания, но и позволяет подбирать для воспроизводства именно те генотипы, которые не воспроизводились в предыдущие годы, обеспечивая тем самым гетерогенность выпускаемых рыб и восстановление генетической структуры популяции. Такой подход особенно важен для видов с малой численностью. Кроме того, в условиях нарастающего антропогенного влияния на экосистемы, генетически дифференцированное воспроизводство позволяет на основании данных мониторинга выявлять генетические группы, наиболее приспособленные к современным экологическим условиям.

Генетическое типирование производителей и потомства может быть использовано как метод массового группового и индивидуального мечения. В дальнейшем, при проведении мониторинга в Азовском море прижизненный отбор генетических проб, позволит достоверно определить откуда, когда, где, и на какой стадии развития были выпущены пойманные особи. Эти данные позволят оперативно вносить коррективы в программу воспроизводства, определять оптимальные размерно-возрастные группы, места и сроки выпуска.

Анализ проведённых ранее работ по вселению осетровых в природные водоёмы показал, что наиболее успешные результаты были достигнуты в тех случаях, когда проводился выпуск не только молоди, но и крупных рыб, в том числе производителей. Например, самовоспроизводящаяся популяция шипа в оз. Балхаш была создана за счёт вселения 289 шт. зрелых аральских производителей массой до 30 кг, что обеспечило в течение ряда лет его промысловый лов (Домбровский, 1972). Также за счёт интродукции производителей и неполовозрелых рыб массой более 100—150 г была проведена успешная акклиматизация стерляди из бассейна Северной Двины в р. Печора. Кроме того, в отличие от искусственного воспроизводства массовых видов, работы по восстановлению исчезающих видов рыб

должны охватывать весь спектр возможностей натурализации вида, поскольку заранее неизвестно, какие именно стадии развития реинтродуцента обладают наилучшими адаптивными возможностями и выживаемостью (Подушка, 2008).

Подобный подход, с учётом результатов тестовых выпусков рыб массой до 3,6 кг, был применён Центром при разработке биологического обоснования реакклиматизации шипа в бассейне р. Кубани, в котором предусмотрен выпуск в природные водоёмы особей различного возраста от личинки до зрелых производителей в период нерестовой миграции. Следует отметить, что, несмотря на то, что успешный опыт использования зрелых производителей для нереста в природных условиях подтверждён, для оптимизации использования ценных особей целесообразно использовать также средства удалённого контроля.

Мечение выпускаемых производителей одновременно внешними и телеметрическими метками позволит изучить пред- и посленерестовое поведение производителей и их дальнейшие миграции. Центром проведена подготовительная работа по реализации такого проекта с институтом NINA (Норвегия) — мировым лидером телеметрического исследования рыб. Необходимо проведение системных научных исследований по эффективности естественного нереста осетровых с использованием производителей, выращенных до половой зрелости в искусственных условиях.

Принципы экологической адаптации существующей биотехники воспроизводства для восстановления редких и исчезающих видов должны быть использованы и при воспроизводстве «массовых» видов осетровых. Результаты многолетних «залповых» выпусков молоди «стандартной» навески (1,5—2,5 г), проводимых ОРЗ вызывают сомнения в их эффективности. Ежегодное «пополнение» природных водоёмов десятками миллионов штук молоди не только не приводит к увеличению численности популяций, но и демонстрирует постоянный нисходящий тренд при оценке запасов осетровых в море. Биологических препятствий для выпуска различных возрастных

групп, начиная от 1—2-суточных свободных эмбрионов, не существует. Более того, частичный выпуск на ранних стадиях развития исключит воздействие факторов искусственного отбора, направленных на адаптацию молоди к «заводским» условиям в ходе выращивания.

При искусственном воспроизводстве необходимо обеспечить сохранение адаптивных способностей молоди, в том числе путём выращивания выпускаемых рыб только комбинированным методом (бассейны-пруды) для формирования поисковых и оборонительных реакций молоди. Таким же «полувольным» способом необходимо выращивать для выпуска и особей с большими, чем стандартные, массой и возрастом, высокая выживаемость которых в естественных водоёмах, возможна только при формировании необходимых поведенческих реакций. При этом выращивание более крупной молоди необходимо осуществлять без увеличения продолжительности её содержания в искусственных условиях, что приводит к снижению адаптивных способностей и усиливает влияние искусственного отбора. Это возможно путём проведения нерестовой кампании и подращивания личинок в ранние сроки в цехах с использованием систем замкнутого водоснабжения и терморегулирования или на тепловодных участках, в частности, как это осуществляется в Центре (Чебанов, Галич, 2011б). Как известно, снижение плотности посадки в прудах в два раза позволяет в течение того же периода времени достичь массы 6—7 г и более, что может существенно повысить выживаемость молоди в естественных условиях (Макаров, 2000; Коза, 2004; Бурцев, 2015).

Совершенствование технической оснащённости ОРЗ позволит за счёт контролируемых условий исключить или минимизировать негативное влияние факторов внешней среды (резкие колебания температуры, недостаток кислорода и пр.) в преднерестовый и нерестовый периоды, а также в ходе эмбрионального и постэмбрионального развития осетровых. При формировании планов воспроизводства необходимо соблюдать природное соотношение видов и внутривидовых групп осетровых. В 2010—2016 гг. в выпуске молоди осетровых в Краснодарском крае с ОРЗ доминировала

молодь стерляди, доля которой в общем объёме в отдельные годы превышает 70 %. При этом, для Азово-Кубанского района по рекомендациям АзНИИРХ, выпуск стерляди не должен превышать 20,2 %, а наиболее многочисленным из воспроизводимых видов должна быть севрюга — 59,6 % общего объёма выпуска.

Изменения в законодательстве, касающиеся компенсации за нанесение ущерба водным биологическим ресурсам при осуществлении хозяйственной деятельности, позволили направить часть компенсационных средств в организации непосредственно осуществляющие разведение и выращивание рыб и обеспечить дополнительный выпуск молоди ценных видов. Вместе с тем, на практике, компенсационные мероприятия недостаточно эффективны, не обеспечивая адекватную и своевременную компенсацию ущерба водным биоресурсам. Такие мероприятия должны, в первую очередь, обеспечивать выпуск молоди тех видов, которые не воспроизводятся по федеральным целевым программам, или воспроизводятся в недостаточном количестве, в настоящее же время доминирующими видами являются стерлядь и растительная рыба, а не севрюга и белуга.

Важным шагом по восстановлению биологического разнообразия может стать включение в перечень объектов компенсационных мероприятий не только видов из утверждённого списка «воспроизводимых», но и тех, в отношении которых проводятся работы по реакклиматизации, то есть восстановлению вида в ареале в котором он ранее обитал (шип и другие).

В современных условиях восстановление видового разнообразия осетровых в бассейне р. Кубани является долгосрочной, но выполнимой задачей, для решения которой необходимо поэтапное изменение стратегии воспроизводства:

- формирование планов воспроизводства, на основе экологически обусловленного соотношения видов, с приоритетным выпуском в ближайшие годы молоди севрюги;
- обеспечение биологической разнокачественности выпускаемой молоди за счёт выпуска рыб различной массы и возраста;

- распределённый во времени и пространстве выпуск молоди (исключение залповых выпусков);
  - поэтапное снижение объёмов воспроизводства стерляди, до полного прекращения искусственного воспроизводства, с использованием освобождаемых мощностей для воспроизводства анадромных видов;
  - возобновление естественного нереста за счёт выпуска на нерестилища зрелых производителей;
  - обязательное генетическое типирование выпускаемой молоди.
- Основой оценки эффективности искусственного воспроизводства, должны быть не только количественные характеристики объёмов выпуска, но и показатели, определяющие выживаемость выпущенных рыб в естественных условиях.

### Литература

- Бойко Н.Е., Рудницкая О.А.** Физиологические механизмы адаптивных функций в раннем онтогенезе осетровых рыб. Ростов н/Д: ФГУП «АзНИИРХ», 2014.
- Бурцев И.А.** Биологические основы и взаимосвязь товарной и пастбищной аквакультуры осетровых рыб: монография / под ред. А.И. Николаева. М.: ВНИРО, 2015.
- Домбровский Г.В., Серов Н.П., Диканский В.Н.** Биология и промысел шипа *Acipenser nudiiventris* Lov. в Балхаш-Илийском бассейне // Труды ЦНИОРХ. 1972. Т. 4. С. 146—148.
- Коккоза А.А.** Искусственное воспроизводство осетровых рыб. Астрахань: АГТУ, 2004.
- Макаров Э.В.** Проблемы сохранения и восстановления популяций осетровых и перспективы развития осетроводства в Азовском бассейне: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., ВНИИПРХ, 2000.
- Мусатова Г.Н.** Осетровые рыбы реки Кубани и их воспроизводство. Краснодар, 1973.
- Подушка С.Б.** Возможна ли акклиматизация осетровых путём выпуска заводской молоди? // Actual status and active protection of sturgeon fish populations endangered by extinction / R. Kolman, A. Kapusta (eds.). Olsztyn: Wydawnictwo IRS, 2008. С. 127—132.
- Чебанов М.С.** Экологические основы воспроизводства проходных и полупроходных рыб в условиях зарегулирования стока: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., ВНИИПРХ, 1996.
- Чебанов М.С.** Формирование генетической коллекции осетровых рыб в Южном филиале ФГУП ФСГЦР // Генетика селекция и воспроизводство рыб: докл. 1-й Всерос. конф. СПб.: ФГУП ФСГЦР, 2002. С. 73—80.
- Чебанов М.С., Галич Е.В.** Ультразвуковая диагностика осетровых рыб. Краснодар: «Промсвещение-Юг», 2010.
- Чебанов М.С., Галич Е.В.** Руководство по воспроизводству осетровых рыб: Техническое руководство ФАО по ответственному рыбному хозяйству № 558. Анкара, ФАО, 2011а.
- Чебанов М.С., Галич Е.В.** Эколого-генетические и технологические проблемы устойчивого развития осетроводства в России // Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества / под ред. А.И. Литвиненко: материалы междунар. науч.-практ. конф. Тюмень: ФГУП Госрыбцентр, 2011б. С. 190—192.
- Чебанов М.С., Галич Е.В.** Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара: ФАО, 2013.
- Чугунов Н.Л., Чугунова Н.И.** Сравнительная промыслово-биологическая характеристика осетровых Азовского моря // Труды ВНИРО. 1964. Т. 52, вып. 1. С. 87—182.
- Sturgeon hatchery practices and hatchery management for release: guidelines. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 570 / M. Chebanov [et al.]. Ankara: FAO, 2011.

УДК 597.423:639.3

## МАТОЧНЫЕ СТАДА ОСЕТРОВЫХ РЫБ: ОПТИМИЗАЦИЯ КРУГЛОГОДИЧНОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА И ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ИКРЫ В ИНТЕНСИВНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

М.С. Чебанов, Е.В. Галич

*Центр сохранения генофонда осетровых рыб ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы» министерства природных ресурсов Краснодарского края, г. Краснодар, Россия*

E-mail: MСhebanov@gmail.com

Темпы роста товарного выращивания различных видов осетровых рыб и производства икры осетровых в РФ и в мире в последние годы существенно возросли. Так, в 2016 г. объёмы производства товарных осетровых в мире в рыбоводных хозяйствах 56 стран составили более 130 000 т, из них около 27 600 т сибирского осётра (Chebanov, Williot, 2017). Этот объём в 4 раза превышает максимальные уловы осетровых во всех естественных водоёмах, отмечавшихся в 1970-х гг. Производство пищевой икры осетровых рыб в мире в 2016 г. превысило 300 т. В России на 410 осетроводных хозяйствах различного типа было выращено более 6 000 т осетровых, в т. ч. 1 800 т сибирского осётра, а общий объём производства икры составил 46 т. Из 27 видов осетровых рыб в мире в товарной аквакультуре используются 12 видов и 7 гибридов, при этом больше всего в мире выращивается гибрида амурского осётра и калуги, сибирского осётра и его гибридов, амурского и белого (США, Италия и др.) Осетров.

Особенно существенный рост производства икры стал возможен в последние 10 лет благодаря разработке и широкому внедрению неинвазивного экспресс метода ультразвуковой диагностики пола и стадий половой зрелости на ранних стадиях развития различных видов осетровых (Чебанов, Галич, Чмырь, 2004; Производство пищевой икры ..., 2006; Чебанов, Галич, 2010, 2011; The Siberian sturgeon ..., 2017).

Значительную роль (более 70 % объёма производства) среди всех производственных систем играют тепловодные промышленные хозяйства (тепловодные садковые и бассейновые, УЗВ), фермы, расположенные в субтропиках, а также комбинированные комплексы, в которых на различных этапах выращивания и разведения осетровых используются как промышленные системы, так и пруды малой

площади. Действительно, тепловодное содержание осетровых позволяет существенно повысить темпы роста и ускорить половое созревание, что является важным для этих видов с очень продолжительным процессом гаметогенеза при их воспроизводстве или икорно-товарного осетроводства.

Вместе с тем в последние годы, особенно при интенсивном выращивании различных видов осетровых в крупных УЗВ и тепловодных хозяйствах, очень часто отмечается значительное снижение качества получаемой оплодотворённой икры и рентабельности икорного производства в целом. Проведённые авторами исследования 11 видов и многих гибридов осетровых в более, чем 80 промышленных икорно-товарных хозяйствах РФ и многих стран Европы, Азии, Америки показали, что основными рыбоводно-биологическими причинами этого являются:

- существенная гетерохрония первого созревания самок, достигающая 4 (русский, сибирский, амурский, севрюга, гибриды) — 8 (белуга, калуга) лет, даже у сибсов;

- снижение гамето-соматических индексов, осложнение и увеличение продолжительности процесса получения при прижизненном отборе овулировавшей икры и пробивки при забое самок и снижение выхода икры;

- значительно ожирение гонад самок, особенно при первом созревании и непроизводительное повышение удельных кормовых затрат на 1 кг икры;

- аномалии репродуктивной системы и внутренних органов (асинхронность развития гонад, поли- и мегакистоз, ожирение печени и сердца, гепатомы гермафродитизм в различных формах, атрезия).

Цель настоящего исследования — оптимизация технологии формирования и использования ремонтно-маточных стад осетровых для ускорения созревания и снижения гете-

рохронии самок и сокращения межнерестовых интервалов на основе использования усовершенствованной методики ультразвукового скрининга.

Как известно, II-я стадия зрелости гонад (СЗГ) — самая длительная, как в естественных условиях (Трусов, 1972), так и в аквакультуре (Акимова, 1985) и её продолжительность определяет возраст первого созревания самок осетровых, а также продолжительность последующих овариальных циклов.

В ходе настоящего исследования установлено, что при интенсивном выращивании осетровых изменение режима кормления самок на II стадии зрелости может: ускорить или значительно замедлить наступление вителлогенеза (III СЗГ) или даже привести к нарушениям гаметогенеза и значительному снижению плодовитости самок.

Так, продолжение кормления самок осетровых, достигших II жировой СЗГ продукционными кормами, используемыми на I—II стадиях (с относительно высоким содержанием жира ( $> 13\text{—}14\%$ ) и относительно низким содержанием протеина (менее  $47\%$ ) или кормами, несбалансированными (по отношению  $\omega\text{-}3/\omega\text{-}6$ ) при постоянной температуре  $20\text{—}24\text{ }^\circ\text{C}$  приводит к значительному увеличению продолжительности II жировой СЗГ. В этом случае — через 2—3 года (к ожидаемому возрасту созревания в оптимальных условиях) — наблюдается только значительное ожирение яичников (часто необратимое) с небольшим количеством ооцитов, что можно оперативно контролировать используя УЗИ для установления оптимального режима кормления в соответствии с СЗГ.

Своевременный переход на новый режим кормления позволяет ускорить наступление III СЗГ и дальнейшим оптимальным управлением температурным режимом воды для быстрого достижения IV СЗГ. Таким образом изменение режима кормления позволяет осуществлять сдвиг отношения соматического роста и генеративного обмена в пользу последнего, при этом эхограммы служат индикаторами для своевременной оптимизации режима кормления и температуры.

Ключевым и наиболее сложным элементом данного подхода является быстрое и не-

инвазионное определение самок с гонадами на II жировой СЗГ для дальнейшего отдельного кормления и содержания самок. Действительно, поперечный срез гонад на II жировой СЗГ, показывает, что генеративная ткань (составляя менее  $5\%$  площади среза) полностью покрывается жиром и жир может составлять более  $95\%$  объёма гонады. Это существенно ограничивает возможности биопсии (с использованием шпупа) для точного отбора и определения II жировой СЗГ.

Алгоритм оптимизации управления ремонтно-маточных стадами для ускорения созревания подробно рассматривается в докладе. При проведении первого ультразвукового скрининга-бонитировки в возрасте  $1,5\text{—}2$  года в тепловодных хозяйствах или УЗВ необходимо разделить и распределить всех незрелых самок на 2 группы в соответствии с их стадией зрелости и содержать их отдельно. Использование рассмотренной технологической схемы позволило существенно уменьшить гетерохронию окончательного созревания самок, по сравнению с традиционными режимами кормления.

Поскольку УЗИ-скрининг — базовый и безальтернативный элемент новой технологии следует рассмотреть вопрос о точности УЗИ определения пола и стадий зрелости осетровых рыб. Исключая случаи недостаточного опыта УЗИ-операторов или несоответствующего оборудования, УЗИ позволяет безошибочно определять стадии зрелости.

Попытаемся иллюстрировать возможные источники якобы «недостаточной точности» УЗИ-диагностики, по сравнению с биопсией. В первую очередь, это отклонения в развитии рыб на тепловодных хозяйствах, особенно, в случае использования несбалансированных для осетровых кормов или с высоким содержанием жира после II СЗГ, которые нельзя точно определить прижизненно с помощью биопсии. Часть из них была кратко описана (Чебанов, Галич, 2010), но в новой книге (Чебанов, Галич, 2018) содержится более детальное описание основных аномалий репродуктивной системы и внутренних органов, что позволяет устранить возможные нарушения в кормлении и содержании самок.

Анализ более 1 млн эхограмм показал,

что УЗИ позволяет быстро и безошибочно определять и следующие наиболее распространённые у осетровых anomalies.

### 1. Репродуктивная система

1.1. Недоразвитие генеративной ткани или её полное отсутствие. При дальнейшем постоянном кормлении и температуре недоразвитые участки генеративной ткани замещаются жировой или соединительной тканью (рис. 1).

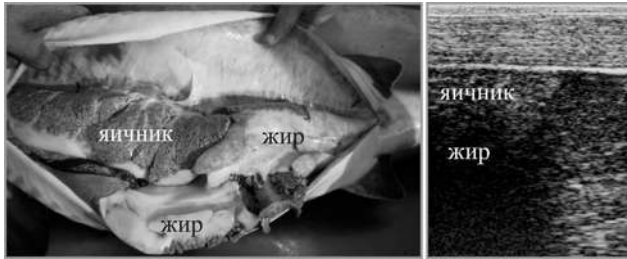


Рис. 1. Жировое перерождение генеративной ткани

1.2. Жировая дегенерация яичников и снижение репродуктивной способности.

1.3. Асинхронность развития генеративной ткани.

1.3.1. В яичнике наблюдаются ооциты разных генераций. Если в поле зрения на эхограмме область, занимаемая вителлогенными ооцитами, составляет 80 % или более, то таких особей необходимо отсаживать для специальной температурной подготовки к нересту. В случае преобладания на эхограмме превителлогенных ооцитов, следует продолжить кормление рыб.

1.3.2. Другой случай асинхронности, наблюдается, когда развитие генеративной ткани яичника или семенника имеет очаговый характер, что является следствием существенного нарушения гонадогенеза на ранних этапах.

1.4. Различные формы гермафродитизма.

1.4.1. Синхронный овотестис (функциональная) форма — в яичнике IV СЗГ наблюдаются участки семенников IV СЗГ (рис. 2).

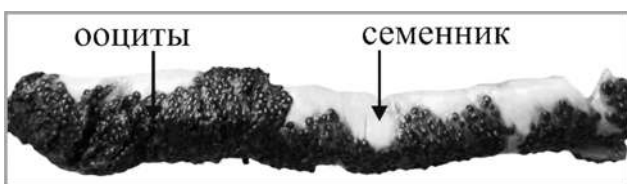


Рис. 2. Синхронный овотестис

1.4.2. Асинхронный овотестис.

1.4.3. Одна гонада — семенник, другая — яичник (встречается реже).

1.4.4. Асинхронная (нефункциональная) форма — в семенниках на III—IV СЗГ встречаются участки яичников с ооцитами протоплазматического роста.

Гермафродитизм осложняет определение пола и стадий зрелости гонад при этом ультразвуковой скрининг несомненно имеет явные преимущества перед точечной биопсией в связи с мозаичным характером овотестиса.

1.5. Кисты. Новообразования в виде пузырьков на поверхности или внутри гонад с жидкостным содержимым. Кисты у самок свидетельствуют о фиброзе ткани яичника, образуются в процессе жирового перерождения яйценосных пластин и являются органотипическими опухолями. (Моисеева, Федоров, Парфенова, 1997). Кисты могут достигать значительных размеров и быть множественными (рис. 3) (мега- и поликистоз) визуализируются на эхограммах в виде анэхогенной зоны с усилением сигнала по задней стенке.

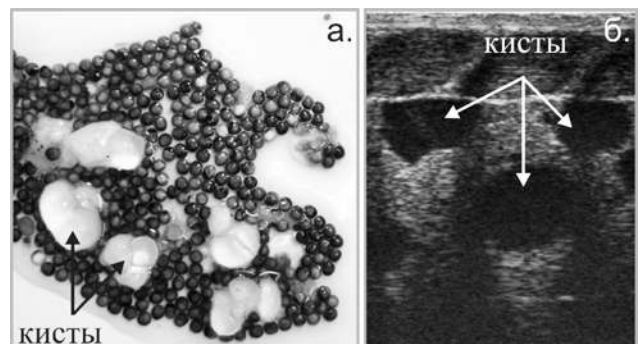


Рис. 3. Кистоз:

а — кисты в яичнике; б — эхограмма поликистоза

## 2. Некоторые заболевания внутренних органов

2.1. Печень — играет важную роль для синтеза вителлогенина, т.е. нормальное развитие гонад в III—IV СЗГ стадии, поэтому ранний УЗИ-мониторинг печени самок, начиная с 2—3-летнего возраста, имеет большое значение как для воспроизводства, так и для икорно-товарного осетроводства.

На обмен липидов в печени существенно влияет состав корма, нормы и режимы кормления и температура содержания рыб.

Выращивание рыб в УЗВ и тепловодных хозяйствах часто приводит к ожирению печени, что обусловлено температурным воздействием на процесс преобразования фосфолипидов и является одной из причин жировой инфильтрации печени. При циррозе (рис. 4) вокруг печени наблюдается эконегативный асцит (следствие нарушения обменных процессов, лимфооттока и др.).



Рис. 4. Цирроз печени

Диагностика здоровья печени и желчного пузыря самок осетровых позволяет своевременно выявить и устранить ошибки в кормлении рыб.

Рыб с патологическими изменениями необходимо своевременно выбраковывать

**2.2. Сердце.** Эхокардиография позволяет контролировать движение клапанов и измерять толщину стенок желудочка, выявлять патологии сердца: ожирение желудочка сердца (рис. 5) и новообразования на предсердии и артериальном конусе, выпот в перикарде и др.

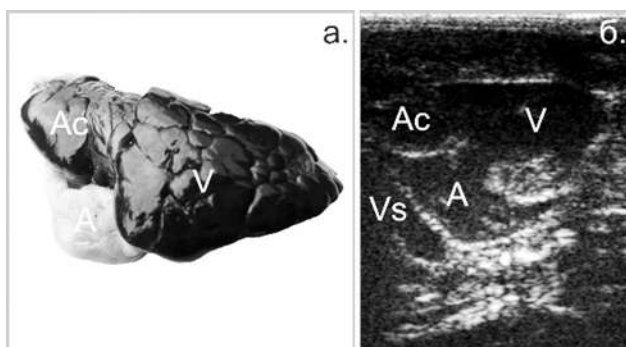


Рис. 5. Сердце русского осётра:

а — фото сердца в норме; б — продольное сканирование сердца в норме; V — желудочек (Ventricle); Ac — артериальный конус (Arterial cone); A — предсердие (Auricula); Vs — венозный синус (Venous sinus)

**2.3. Заболевания желудочно-кишечного тракта.** Кишечная непроходимость (илеус) — обусловлена скоплением жидкости в желудочно-кишечном тракте в результате закупорки или обструкции кишечника.

Все рассмотренные аномалии встречались и были ранее описаны у диких особей русского осётра и севрюги в Каспийском (Романов, Шевелёва, 1992) и Азовском бассейне (Моисеева, Федоров, Парфенова, 1997), сибирского осётра (Акимова, Рубан, 1992), амурского осётра (Гистоморфологические нарушения ... , 2009), лопатоноса в бассейне Миссисипи (Ecological requirements ... , 2009). В условиях загрязнения среды обитания, причиной этого авторы считали кумулятивный токсикоз, эндокринных дизрапторов (эстрогены, включая фито-эстрогены, гербициды и даже нитраты). Вместе с тем, следует отметить, что для выявления этих аномалий, до сих пор, приходилось убивать и вскрывать таких рыб.

Содержащийся в работе (Чебанов, Галич, 2018) атлас позволяет очень быстро и не травматично выявлять данные аномалии, своевременно отбраковывая этих рыб, и главное осуществлять меры по устранению причин, которые привели к этим аномалиям.

Кроме нарушения режима кормления к существенной задержке созревания и низкой эффективности икорного производства приводит несвоевременная сортировка и совместное выращивание самок, различающихся не только по стадиям зрелости, но и размеру.

Использование новой технологической схемы управления маточным стадом, племенной работы и селекционных программ (раннего отбора быстросозревающих самок и отбор незрелых самок для дифференцированного кормления и содержания) позволяет оптимизировать интенсивное выращивание осетровых на крупных икорных хозяйствах

### Литература

**Акимова Н.В.** Гаметогенез и половая цикличность сибирского осётра в естественных и экспериментальных условиях // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоёмах разных широт. М.: Наука, 1985. С. 111—122.

**Акимова Н.В., Рубан Г.И.** Анализ состояния воспроизводительной системы рыб в связи с проблемами биоиндикации на примере сибирского осётра *Acipenser baerii* // Вопр. ихтиол. 1992. Т. 32, № 6. С. 102—109.

Гистоморфологические нарушения репродуктивной системы амурских осетровых / В.Н. Кошелев [и др.] // Амурский зоологический журнал. 2009. № 1 (2). С. 258—264.

**Моисеева Е.Б., Федоров С.И., Парфенова Н.А.** О нарушениях строения половых желёз у самок осетровых (*Acipenseridae*) Азовского моря // Вопр. ихтиол. 1997. Т. 37, № 5. С. 660—666.

Производство пищевой икры осетровых рыб в аквакультуре: от экспериментов к ускоренному промышленному производству / М.С. Чебанов [и др.] // Рыбоводство. 2006. № 3—4. С. 20—23.

**Романов А.А., Шевелёва Н.Н.** Нарушение гонадогенеза у каспийских осетровых (*Acipenseridae*) // Вопр. ихтиол. 1992. Т. 32, вып. 5. С. 176—180.

**Чебанов М.С., Галич Е.В.** Ультразвуковая диагностика осетровых рыб. Краснодар: “Просвещение-Юг”, 2010.

**Чебанов М.С., Галич Е.В.** Руководство по воспроизводству осетровых рыб: Техническое руководство ФАО по ответственному рыбному хозяйству № 558. Анкара: ФАО, 2011.

**Чебанов М.С., Галич Е.В.** Видовые особенности и секреты ультразвуковой диагностики осетровых рыб и веслоноса. Краснодар: “Просвещение-Юг”, 2018 (в печати).

**Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н.** Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: МСХ; ФГНУ «Росинформ-агротех», 2004.

**Chebanov M.S., Galich E.V.** Diagnostic capabilities of non-invasive ultrasound monitoring for assessing of reproductive welfare and conducting of breeding programmes in large sturgeon broodstock in aquaculture // Abstracts of 8th International Symposium on Sturgeons. Vienna, 2017. P. 16.

**Chebanov M.S., Galich E.V.** Echography for Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*) Brood Stock Management // The Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) / P. Williot, G. Nonnotte, M. Chebanov (eds.). Volume 2 — Farming. New York: Springer, 2017. P. 529—567.

**Chebanov M.S., Williot P.** An Assessment of the Characteristics of World Production of Siberian Sturgeon Destined to Human Consumption // The Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) / P. Williot, G. Nonnotte, M. Chebanov (eds.). Volume 2 — Farming. New York: Springer, 2017. P. 217—286.

Ecological requirements for pallid sturgeon reproduction and recruitment in the Lower Missouri River / A.J. DeLonay [et al.]: A research synthesis 2005—08: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report. 2009.

The Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) / P. Williot, G. Nonnotte, M. Chebanov (eds.). Volume 2 — Farming. New York: Springer, 2017.

УДК 537.811.57

### ВЛИЯНИЕ ВОДЫ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ, НА МОЛОДЬ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА

Д.В. Шумейко, А.В. Абрамчук, А.С. Гаврилкин

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: dima-shum-92@mail.ru

В настоящее время количество техногенных источников, генерирующих электромагнитное поле (далее — ЭМП) и негативно воздействующих на окружающую среду уменьшается, а только возрастает. Это связано с постоянным развитием радиосвязи,



радиолокации, радионавигации, телевидения и других средств коммуникации. Поэтому перед человеческой цивилизацией стоит проблема «электромагнитного загрязнения» окружающей среды.

В области исследования механизмов действия ЭМП зарегистрирована зависимость ряда эффектов от изменения свойств водной фазы (Пономарев, Фесенко, 2000; Новиков, Фесенко, 2001; Рожков, 2001; Емец, 1999). Эти факты вместе с данными, полученными при изучении воздействия ЭМП низкочастотных (далее — НЧ) диапазонов (Новиков, Кувичкин, Фесенко, 1999; Новиков, Жадин, 1994; Новиков, Лисицин, 1996), позволяют рассматривать водную среду как одну из универсальных рецепторных систем ЭМП. Значительные изменения в свойствах растворителей при добавлении к ним незначительной порции воды, предварительно обработанной ЭМП, а также существенная зависимость проявления эффектов действия ЭМП на водные растворы от концентрации веществ, реагирующих избирательно, указывают на значительное влияние водной среды на магнитобиологические эффекты (Барышев, Касьянов, Джимаков, 2007).

В течение последних 30 лет в результате работ ряда исследователей установлена высокая чувствительность биологических систем к действию на них ЭМП слабой интенсивности — (НЧ) (Барышев, Касьянов, Джимаков, 2007; Влияние воды ... , 2013).

Основными объектами исследования биологических эффектов при воздействии ЭМП НЧ являлись микроорганизмы (Лехтлаан-Тыниссон, Шапошникова, Холмогоров, 2004; Стрессовый ответ клетки ... , 2005; Исследование влияния ... , 2009; Барышев, Васильев, Джимаков, 2010), семена растений (Аксенов, Грунина, Горячев, 2007) и лабораторные мыши (Темурьянц, Макеев, Малыгина, 1992; Темурьянц, Грабовская, 1992).

Гидробионты изучены в этом плане меньше. Проводились эксперименты с планариями рода *Dugesia* в условиях влияния слабых и сверхслабых магнитных полей (Новиков, Шейнман, Фесенко, 2002; Влияние слабых ... , 2007), с икрой и предличинкой стерляди, а также с молодью суматранского

барбуса (Влияние воды ... , 2013). У последних было выявлено выраженное положительное влияние на основные рыбоводные характеристики после применения воды, подвергнутой воздействию ЭМП частотой 16 Гц. Данный результат говорит о потенциальной перспективе применения именно этой частоты, но необходима проверка ответной реакции на этот фактор у других рыб, ценных объектов товарного рыбоводства, поскольку предположительно действие тех или иных частот на различные живые организмы может иметь выборочный характер.

Являются важными исследования влияния ЭМП различных частот на различные объекты аквакультуры. Возможность отсеивать или наоборот концентрировать ЭМП определенных частот будет иметь практическое значение, позволяя в дальнейшем влиять на результаты культивирования живых объектов.

Цель исследования — изучить особенности влияния воды, обработанной ЭМП НЧ, на основные рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди африканского клариевого сома.

#### Материал и методы

Исследования проведены в лаборатории перспективных технологий в аквакультуре на базе бизнес-инкубатора ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

В качестве экспериментального объекта использовали молодь африканского клариевого сома (мраморный клариевый сом, или нильский клариас) (*Clarias gariepinus* (BURCHELL, 1822)). Этот вид является объектом товарного рыбоводства и удобен в опытах своей неприхотливостью в содержании, что позволило производить большие плотности посадки рыбы, отказаться от применения электроприборов, создающих постороннее ЭМП в опытных ёмкостях и производить редкие подмены воды, благодаря чему удавалось за достаточное количество времени обрабатывать необходимое количество воды.

Опыт проводили в период с 12.08.2017 г. по 16.09.2017 г. Общая продолжительность опыта составила 25 дней (5 пятидневок).

Для содержания молоди использовали 6 пластиковых непрозрачных ёмкостей объёмом

мом 60 л размерами 710×400×290 мм каждая. Ёмкости накрывали листами поликарбоната. Две ёмкости служили контролем, остальные четыре использовали для двух опытных групп. Таким образом, все наблюдения были проведены в двукратной повторности. Каждую ёмкость наполняли водой в количестве 50 л. Контролем служила отстоянная водопроводная вода (минерализация 314—382 мг/л: гидрокарбонаты — 144—180 мг, сульфаты — менее 1 мг, хлориды — 60—76 мг; кальций — 6 мг, магний — 3 мг, натрий — 50—58 мг, калий — 50—58 мг). Для эксперимента использовали аналогичную воду (по минеральному составу), которую предварительно обрабатывали ЭМП с частотами 16 (опыт № 1) и 32 (опыт № 2) Гц в течение 3 ч каждую.

При запуске эксперимента в опытных группах был обработан весь объём воды (по 50 л). В дальнейшем каждый день производили подмену 15 л воды (30 %) в каждой ёмкости: контроль — отстоянная водопроводная вода, опыт № 1 и 2 — отстоянная, подверженная ЭМИ 16 и 32 Гц соответственно.

В каждую ёмкость помещали по 55 экз. с приблизительно одинаковой средней массой тела. В итоге в эксперименте было задействовано 330 рыб по 110 экз. на контроль и каждый из вариантов опыта. Каждые 5 дней производили взвешивание рыб, пересчёт количества и корректировку суточных норм кормления. Взвешивание рыбы производили с точностью до 0,01 г, кормов — до 0,1 г на электронных весах.

Кормили молодь 2 раза в сутки согласно рыболовным нормативам, рекомендациям производителя кормов и поедаемости, при этом суточная норма кормления в процентах от биомассы задавали одинаково как для контроля, так и для опытных групп. В опытах использовали осетровый корм Coppens vital (1,2—1,5 мм) с содержанием белка 46,0 %, жира 10,0 %, клетчатки 1,0 %, золы 9,9 % и фосфора 1,7 %.

Обработку воды в пластиковой прозрачной ёмкости размерами 510×292×380 мм ЭМП НЧ диапазона излучающим устройством (многослойная катушка) производили в экранирующей камере. Синусоидальные колебания ЭМП поступали через частотомер

с выхода генератора колебаний ГЗ-118. Для замеров и проверки глубины проникновения ЭМП применяли прибор ОКТАВА-110А, оснащённый антеннами П6-71 и П6-70. Напряжённость магнитного поля составляла 130 А/м, магнитная индукция — 47,4 мкТл, глубина проникновения ЭМП за стенку ёмкости в которой обрабатывали воду — 15,0—17,0 см.

Во время опыта основные гидрохимические показатели находились в пределах рыболовных норм. Температура воды за период опыта изменялась в пределах от 25,0 до 28,0 °С. Собранный фактический материал обрабатывали с помощью стандартных статистических методов (Лакин, 1990). Расчёты и графическое оформление полученных в работе данных проводили с использованием программы Microsoft Excel.

### Результаты и обсуждение

В результате проведённых работ были получены основные рыболовно-биологические показатели молоди африканского клариевого сома (табл. 1).

Так было установлено, что по окончании опыта максимальная биомасса 1726,9 г отмечалась в опытной группе № 1 (16 Гц), а минимальная в опытной группе № 2 (32 Гц) — 1523,1 г. На всем протяжении выращивания фактический по пятидневкам и суточный, а также относительный приросты были максимальны в опытной группе № 1 (16 Гц), только в первой пятидневке имеется незначительное отставание. Суммарный прирост биомассы за время опыта у контроля — 1178,2 г, у опыта № 1 — 1378,2 г и у опыта № 2 — 1173,0 г.

За время опыта во всех группах наблюдался отход. Конечный выход по группам был следующим: контроль — 105 экз. (95,5 %), опыт № 1 — 107 экз. (97,3 %), опыт № 2 — 104 экз. 95,5 (94,5 %), что для данного вида является нормой, так как они склонны к каннибализму и съедают ослабленных и мелко-рослых особей.

Итоговые средние массы молоди: контроль — 14,55 г, опыт № 1 — 16,14 г, опыт № 2 — 14,64 г. Сравнение этого показателя с помощью t-критерия Стьюдента выявило статистически достоверные отличия только между контролем и опытной группой № 1

Таблица 1

Динамика основных рыбоводно-биологических показателей молоди африканского клариевого сома

Опытная группа	Начало опыта	Пятидневка				
		Первая	Вторая	Третья	Четвёртая	Пятая
Биомасса, г						
Контроль	349,2	502,5	682,5	920,8	1191,4	1527,4
16 Гц	348,7	505,8	690,1	963,9	1299,2	1726,9
32 Гц	350,1	507,6	675,0	906,7	1178,7	1523,1
Прирост, г						
Контроль	—	153,3	180,0	238,3	270,6	336,0
16 Гц	—	157,1	184,3	273,8	335,4	427,6
32 Гц	—	157,5	167,4	231,7	272,0	344,4
Прирост, г/сут.						
Контроль	—	30,7	36,0	47,7	54,1	67,2
16 Гц	—	31,4	36,9	54,8	67,1	85,5
32 Гц	—	31,5	33,5	46,3	54,4	68,9
Прирост, %						
Контроль	—	30,5	26,4	25,9	22,7	22,0
16 Гц	—	31,1	26,7	28,4	25,8	24,8
32 Гц	—	31,0	24,8	25,6	23,1	22,6
Количество, экз.						
Контроль	110	109	108	108	106	105
16 Гц	110	110	109	109	108	107
32 Гц	110	109	107	106	105	104
$\bar{x} \pm m_x, г$ $min - max, г$ $CV, %$						
Контроль	$3,17 \pm 0,127$ $1,91 - 5,96$ 35,6	$4,61 \pm 0,247$ $2,72 - 8,68$ 33,3	$6,32 \pm 0,311$ $3,79 - 11,88$ 32,7	$8,53 \pm 0,399$ $5,18 - 16,24$ 33,8	$11,24 \pm 0,472$ $6,80 - 21,72$ 35,1	$14,55 \pm 0,492$ $9,01 - 30,41$ 34,6
16 Гц	$3,17 \pm 0,133$ $1,91 - 5,97$ 32,9	$4,60 \pm 0,251$ $2,77 - 8,71$ 34,5	$6,33 \pm 0,329$ $3,82 - 11,80$ 35,3	$8,84 \pm 0,401$ $5,23 - 16,38$ 34,3	$12,03 \pm 0,502$ $6,83 - 23,02$ 35,8	$16,14 \pm 0,565$ $9,01 - 32,90$ 36,2
32 Гц	$3,18 \pm 0,128$ $1,92 - 5,91$ 33,3	$4,66 \pm 0,231$ $2,75 - 8,63$ 35,5	$6,31 \pm 0,306$ $3,80 - 11,68$ 33,9	$8,55 \pm 0,386$ $5,16 - 16,28$ 36,1	$11,23 \pm 0,492$ $6,83 - 21,67$ 36,4	$14,64 \pm 0,493$ $9,02 - 31,00$ 34,3

Примечание —  $\bar{x}$  — средняя масса;  $m_x$  — ошибка среднего значения; CV — коэффициент вариации

( $t_\phi = 2,13$ ;  $t_{st} = 1,96$ ,  $p = 0,05$ ). В последней пятидневке минимальная масса во всех группах была примерно одинаковой, она составила 9,01—9,02 г. Максимальная индивидуальная масса молоди во всех группах отличалась, так в контроле она составила 30,41 г, в опыте № 1 — 32,90 г, а в опыте № 2 — 31,00 г. Коэффициент вариации массы тела рыб отличался не значительно, для всех анализируемых

групп он составил от 34,3 до 36,2 %.

Размерная структура молоди африканского клариевого сома в конце опыта оценивалась по 12 размерным классам с интервалом 2,0 г. Минимальная величина размерной группы составила 9,0—10,9 г, а максимальная — 31,0—32,9 г. Наибольшей представительностью во всех группах характеризовались рыбы в размерных классах от 9,0 до 18,9 г (от

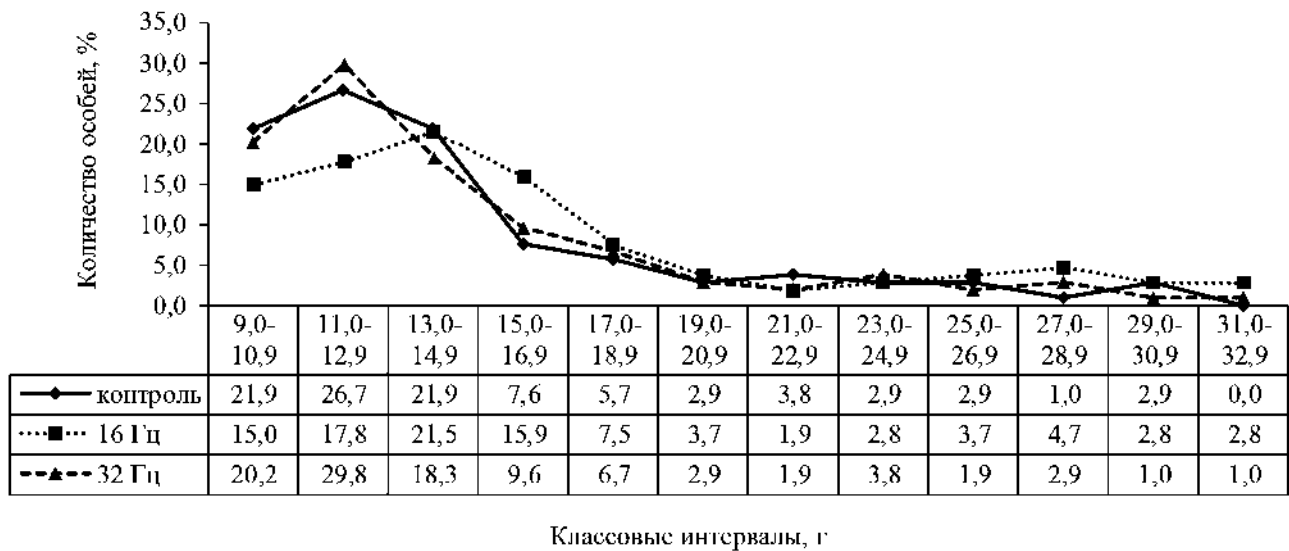


Рис. 1. Вариационный ряд массы молоди африканского клариевого сома по окончанию опыта

6 до 28 экз. на размерный класс). Контроль и опытная группа № 2 (32 Гц) были представлены преимущественно особями из классового интервала 11,0—12,9 г — 28 (26,7 %) и 31 экз. (29,8 %) соответственно. Опытная группа № 1 (16 Гц) включала преимущественно особей из классового интервала 13,0—14,9 г — 23 экз. (21,5 %). Из рис. 1 видно, что в опытной группе № 1 по сравнению с контролем и опытной группой № 2 снижено количество особей в классах 9,0—10,9 и 11,0—12,9 г, а разница распределена по вышестоящим классам.

Одним из показателей эффективности выращивания и работы организма в целом является кормовой коэффициент. За все время эксперимента больше всего корма было скормлено опытной группе № 1 (16 Гц) — 854,3 г, а двум контрольной и второй опытной группе примерно равное количество —

820,6 г и 814,8 г соответственно (табл. 2).

Несмотря на то, что у опыта № 1 (16 Гц) такой расход корма, на протяжении всего исследования кормовой коэффициент у него был меньше или равен другим опытным группам (см. рис. 2). Средний показатель кормового коэффициента за весь период наблюдений составил для контрольной группы — 0,69, опытной группы № 1 — 0,62 и в опытной группы № 2 — 0,69.

### Заключение

В результате проведённых научно-исследовательских работ была изучена особенность влияния воды, обработанной ЭМП частотой 16 и 32 Гц, на основные рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди африканского клариевого сома.

По результатам проведённой работы можно сделать следующие выводы:

Таблица 2

Расход кормов в период проведения опыта

Опытная группа	Первая пятидневка	Вторая пятидневка	Третья пятидневка	Четвёртая пятидневка	Пятая пятидневка	Всего, г
	Суточная норма кормления, %					
	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	
Суточная норма кормления, г Расход корма за пятидневку, г						
Контроль	<u>19,2</u> 96,0	<u>25,1</u> 125,6	<u>30,7</u> 153,6	<u>41,4</u> 207,2	<u>47,7</u> 238,3	820,6
16 Гц	<u>19,2</u> 95,9	<u>25,3</u> 126,4	<u>31,1</u> 155,3	<u>43,4</u> 216,9	<u>52,0</u> 259,8	854,3
32 Гц	<u>19,3</u> 96,3	<u>25,4</u> 126,9	<u>30,4</u> 151,9	<u>40,8</u> 204,0	<u>47,1</u> 235,7	814,8

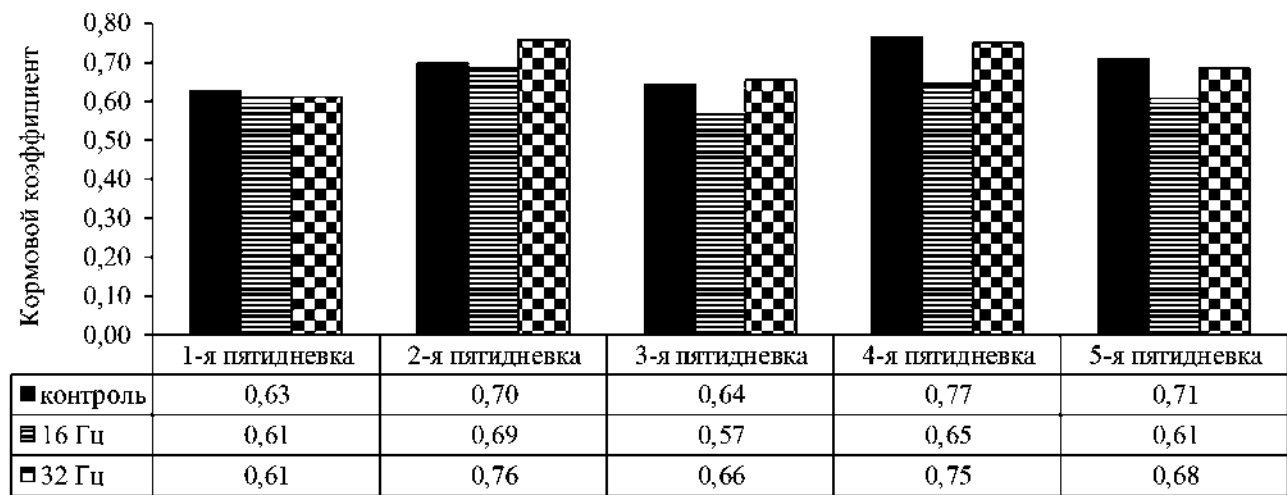


Рис. 2. Показатели кормового коэффициента

1. Предварительная обработка воды ЭМП частотой 32 Гц практически не влияет на рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди африканского клариевого сома по сравнению с контролем.

ЭМП частотой 16 Гц по сравнению с контролем позволила: увеличить темпы набора биомассы на 17,6 %, а, следовательно, показатели индивидуальной массы; снизить смертность и затраты на корма.

2. Предварительная обработка воды

### Литература

**Аксенов С.И., Грунина Т.Ю., Горячев С.Н.** О механизмах стимуляции и торможения при прорастании семян пшеницы в электромагнитном поле сверхнизкой частоты // Биофизика. 2007. Т. 52, вып. 2. С. 332—338.

**Барышев М.Г., Васильев Н.С., Джимак С.С.** О корреляции между временем спинной релаксации магнитообработанной воды и выживаемостью микроорганизмов // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2010. № 1. С. 26—29.

**Барышев М.Г., Касьянов Г.И., Джимак С.С.** Влияние низкочастотного электромагнитного поля на биологические системы // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2007. № 3. С. 44—48.

Влияние воды, обработанной низкочастотным электромагнитным полем, на развитие икры и рост молоди некоторых видов рыб / А.Н. Пашков [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2013. № 4, т. 1. С. 98—103.

Влияние слабых и сверхслабых комбинированных постоянного и переменного магнитных полей и миллиметровых волн низкой интенсивности на регенерацию планарий *Dugesia tigrina* / В.В. Новиков [и др.] // Биофизика. 2007. Т. 52, вып. 2. С. 372—375

**Емец Б.Г.** О физическом механизме влияния низкоинтенсивного электромагнитного излучения на биологические объекты // Биофизика. 1999. Т. 44, вып. 3. С. 555—558.

Исследование влияния магнитообработанной воды на *Saccharomyces cerevisiae* / М.Г. Барышев [и др.] // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 2. С. 22—25.

**Лакин Г.Ф.** Биометрия. М., 1990.

**Лехтлаан-Тыниссон Н.П., Шапошникова Е.Б., Холмогоров В.Е.** Действие сверхслабого поля на культуры бактерий *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* // Биофизика. 2004. Т. 49, вып. 3. С. 519—523.

**Новиков В.В., Жадин М.Н.** Комбинированное действие слабых постоянного и переменного низкочастотных магнитных полей на ионные токи в водных растворах аминокислот // Биофизика. 1994. Т. 39, вып. 1. С. 45—49.

**Новиков В.В., Кувичкин В.В., Фесенко Е.Е.** Влияние слабых комбинированных постоянного и переменного низкочастотного магнитных полей на собственную флуоресценцию ряда белков в водных растворах // Биофизика. 1999. Т. 44, вып. 2. С. 224—230.

**Новиков В.В., Лисицин А.С.** Конденсация аминокислот в водных растворах при действии слабых электромагнитных полей // Биофизика. 1996. Т. 41, вып. 6. С. 1163—1167.

**Новиков В.В., Фесенко Е.Е.** Гидролиз ряда пептидов и белков в слабых комбинированных постоянном и низкочастотном переменном магнитных полях // Биофизика. 2001. Т. 46, вып. 2. С. 235—241.

**Новиков В.В., Шейнман И.М., Фесенко Е.Е.** Влияние слабых и сверхслабых магнитных полей на интенсивность бесполого размножения планарий *Dugesia tigrina* // Биофизика. 2002. Т. 47, вып. 1. С. 125—129.

**Пономарев О.А., Фесенко Е.Е.** Свойства жидкой воды в электрических и магнитных полях // Биофизика. 2000. Т. 45, вып. 3. С. 389—396.

**Рожков С.П.** Трёхкомпонентная система вода — биополимер — ионы как модель молекулярных механизмов осмотического гомеостаза // Биофизика. 2001. Т. 46, вып. 1. С. 53—59.

Стрессовый ответ клетки на воздействие сверхслабого электромагнитного излучения / Е.Г. Новоселова [и др.] // ДАН. 2005. Т. 401, № 1. С. 117—119.

**Темурьянц Н.А., Грабовская Е.Ю.** Реакция крыс с разными конституциональными особенностями на действие слабых переменных магнитных полей крайне низких частот // Биофизика. 1992. Т. 37. № 4. С. 817—820.

**Темурьянц Н.А., Макеев В.В., Малыгина В.Н.** Влияние слабых ПЕМП КНЧ на инфранианную ритмику симпатoadреаловой системы крыс // Биофизика. 1992. Т. 37. № 4. С. 653—655.

### 3. Рыбохозяйственное образование



УДК 626.8:631.147–057.875

#### РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ 35.03.08 ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА

А.В. Абрамчук, М.А. Козуб

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*

E-mail: apilab@yandex.ru

Экологические знания являются одними из важнейших в реализации образовательного процесса по направлению 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура. Это определяется участием будущих специалистов в организации рыбоводных предприятий, соответствующих современным требованиям экологической безопасности, проведении экспертных заключений в осуществлении любой хозяйственной деятельности человека и её влиянии на водные биоресурсы. Глобальные проблемы загрязнения водоёмов, деградация популяций некоторых видов гидробионтов, а также рассмотрение низкого уровня экологического сознания и экологической культуры, как основного фактора деградации природной среды, указывают на приоритетность формирования у студентов необходимых экологических компетенций.

Значение экологического образования указано в Федеральном законе № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды» в статье 71 говорится «... в целях формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов... устанавливается система всеобщего и комплексного экологического образования, включающая в себя дошкольное, общее школьное образование, среднее и высшее профессиональное образование, послевузовское образование и профессиональную переподготовку, повышение квалификации, а также распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения и т. д.».

В ряде других официальных документов подчёркивается необходимость формирования системы непрерывного экологического образования на всех ступенях. Таким образом, экологизация образования является при-

оритетным направлением в современной системе образования.

При подготовке кадровых ресурсов в области водных биоресурсов и аквакультуры необходимо организовывать образовательный процесс, нацеленный на оптимизацию взаимоотношений человека и природы, повышение экологической безопасности на основе современных исследований в экологии.

На кафедре водных биоресурсов и аквакультуры реализуется образовательный процесс с учётом экологических критериев как обязательных и приоритетных. Данный процесс обеспечивается через несколько направлений.

Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура предусмотрены обязательные учебные дисциплины экологической направленности. Также вариативная часть рабочего учебного плана по данной специальности включает дисциплины с учётом более глубокого изучения экологических вопросов. Например, дисциплина «Экологическая безопасность в аквакультуре» рассматривает вопросы экологической экспертизы и экологических рисков в аквакультуре, предусматривает проведение деловых игр. При изучении дисциплины «Экология водных экосистем» студенты знакомятся со структурой водных экосистем, основными факторами загрязнения водоёмов, проводят оценку экологического состояния водоёма по гидрохимическим и гидробиологическим показателям и т. д. Помимо этого, на занятиях студенты в рамках различных дисциплин изучают основные нормативно-правовые документы в области экологии, экологической безопасности, сохранения водных биоресурсов.

Тематика выпускных квалификацион-

ных работ и научно-исследовательская работа, проводимая кафедрой, способствует ознакомлению с современными экологическими проблемами водных экосистем, а также поиска путей их рационального решения.

Таким образом, экологическое образование при подготовке бакалавров направления 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура базируется на профессионально-экоцентрическом подходе.

Одной из активных форм экологического образования в высшей школе является включение студентов в максимально разнообразные виды экологоориентированной деятельности — природоохранной и природовосстановительной. Так, совместно с преподавателями кафедры студенты направления 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура принимают активное участие во многих экологических акциях разного уровня, и в том числе:

— мероприятия по выпуску молоди осетровых рыб в р. Кубань, организованном Центром сохранения генофонда осетровых рыб ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы» и направленным на сохранение и поддержание видового разнообразия осетровых рыб, занесённых в Красную книгу РФ и Красную книгу субъектов РФ. Причём, выпускаемая разновозрастная молодёжь является потомством, полученным от производителей из уникального крупнейшего в стране маточного стада. Предшествуя выпускам, студенты под руководством специалистов Центра ежегодно участвуют в работах по прижизненному получению потомства осетровых, с обязательным применением молекулярно-генетической идентификации и УЗИ-диагностики репродуктивной системы производителей.

— мероприятия в рамках празднования Всемирного дня мигрирующих рыб, который уже третий год подряд привлекает внимание мирового сообщества к проблеме глобальной

катастрофической деградацией популяций анадромных видов рыб. Совместно с сотрудниками Кубанского института осетроводства и Центра сохранения генофонда осетровых рыб министерства природных ресурсов Краснодарского края ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы», студенты стали участниками движения, которое в этом году охватило 63 страны и более 2000 организаций из Европы, Азии, Австралии, Америки и Африки.

— организация экологической недели в Институте начального и среднего профессионального образования ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», посвящённой Году экологии и особо охраняемых природных территорий в России. На данном мероприятии студенты направления 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура проводили экологические мастер-классы, рассказывали о современных проблемах водных экосистем, участвовали в создании экологических роликов и плакатов.

В рамках данных мероприятий повышается уровень экологической этики и культуры молодёжи, а также происходит формирование активной гражданской позиции.

В условиях необходимости принятия мер по улучшению состояния природных ресурсов важным становится привлечение внимания к роли экологического образования в подготовке квалифицированных специалистов для повышения социально-экономических показателей страны.

В образовательном процессе при подготовке бакалавров направления 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура учитываются процессы экологизации образования, признанные актуальными в образовательной политике РФ, путём реализации расширения системы экологических знаний, формирования отношения к экологии как ценности и способности к активной деятельности по защите окружающей среды.

### Литература

Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». М., 2002.



УДК 502.7:17:37

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭТИКИ  
СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ**

Л.Э. Белялова, Г.Г. Деушева

*ЭкоННО «Зарафшан», Самаркандский государственный университет, г. Самарканд,  
Узбекистан*

e-mail: gauhar-d@rambler.ru , leylya\_bird@rambler.ru

Основными экологическими проблемами Республики Узбекистан являются нарушения природных экосистем, нехватка качественной питьевой воды, обусловленная деградацией водных ресурсов, сокращение биоразнообразия. Придавая большое значение экологическому образованию и просвещению среди студенческой молодёжи города, и, сознавая, что в условиях аридной зоны вода является бесценным ресурсом, ЭкоННО считают своим долгом участвовать во внедрении нового отношения к окружающей природе. В рамках проекта «Изменим наше отношение к воде» и «Река для всех — все для реки» были проведены различные мероприятия, в которых главным действующими лицами были студенты Самаркандских ВУЗов. Студенческая молодёжь принимала участие в многочисленных акциях по очистке территорий, прилегающих к Зарафшанскому заповеднику, расположенного на берегу реки Зарафшан, который также является главной водной артерией города. Отрадным является тот факт, что мероприятия такого рода закладывают начало изменению потребительского стереотипа поведения в вопросах рационального водопользования у студентов в сторону активизации гражданской ответственности, проявлению желания принимать посильное участие в охране природы. Проведённая в рамках проекта экологическая викторина «Вода важна, — вода нужна чистая!», конкурс на лучший плакат на тему «Наша родная река» позволили выявить у студенческой молодёжи наличие определённых экологических знаний в области охраны природы родного края и желание узнать о путях решения экологических проблем в области водопользования. Компьютерные версии плакатов, представленные на конкурс, выявили глубокое понимание студентами различных факультетов размеров катастрофы, связанной с увеличивающимся дефицитом воды в регионе.

Анализ экологической ситуации, сложившейся в последние годы в республике Узбекистан, свидетельствует о том, что к основным проблемам в области охраны окружающей среды следует также отнести и проблему управления отходами, в том числе и бытовыми, представляющую серьёзную угрозу здоровью населения и приводящую к опасному загрязнению окружающей среды и водных экосистем. Проблема бытовых отходов (ТБО) является сложной и многогранной, и включает в себя вопросы сбора, сортировки, транспортировки, размещения и захоронения (Закон РУз «Об отходах», 2002; Закон РУз «Об охране природы», 2007; Национальный доклад ... , 2008; Национальная стратегия ... , 2005). Ежегодно, по данным Самаркандского областного комитета охраны природы, в городе накапливается более 500 т бытового мусора. В настоящее время в Самарканде не существует системы селективного (раздельного) сбора мусора, вторичной переработки и безопасного захоронения. Бытовые отходы часто поджигаются, что способствует задымлению атмосферы в городе (Методические рекомендации ... , 2007) и выделению ядовитых веществ (диоксины и фураны), являющиеся по классификации Всемирной Организации Здоровья (ВОЗ) суперэкоксикантами (Обоснование выбора ... , 2012). Отсутствие информации у жителей города о правилах сбора, складирования бытового мусора ведёт к разбрасыванию мусора, выброс в арыки и сжигание, часто мусор вывозят и сваливают в русле р. Зарафшан. Это увеличивает риски здоровью и наносит вред окружающей среде, искажает эстетичный вид города как центра туризма.

ЭкоННО «Зарафшан» выполнял проект «Проблемы твёрдых бытовых отходов в современном городе и пути их решения». Целью нашего проекта было привлечь внимание к проблеме сбора, вывоза и вторичного использования или утилизации твёрдых быто-

вых отходов и попытаться изменить отношение к бытовым отходам.

В рамках этого проекта нами была проделана большая работа по сбору информации по управлению ТБО как в республике, так и в зарубежных странах. Проводились информационные встречи с различными группами населения на тему: «Бытовой мусор (отходы) и наше отношение к ним». Для проведения информационных семинаров нами были подготовлены раздаточные материалы: листовка «Зелёные» идеи для мусорного ведра, буклеты: «Как ты можешь помочь природе?», «Отходы в доходы», «Мы за чистый город», листовка «Включайся в акцию — «Нет мусору!», информационные плакаты «Треш арт или мусорное искусство», плакаты «Сделай сам» (примеры поделок из отходов), календарь «Мы за чистый город!», кроме того, для семинаров со школьниками был подготовлен плакат «Волшебные приключения Пети Пакетина или просто Пакетика», с большой информацией о происхождении упаковки, видах упаковки и способах ее утилизации и переработки. Для привлечения внимания школьников города нами были объявлены конкурсы на тему: «Оригинальные поделки из отходов». На конкурс были представлены различные изделия, которые были выполнены школьниками разных возрастов. Работы участников были оценены членами жюри, победители получили ценные призы. Проведённые конкурсы получили большой резонанс среди школьников и преподавателей школ и выявил понимание хрупкости окружающей нас среды, которая нуждается в защите и рациональном, бережном отношении к ней. Проведённое мероприятие свидетельствует о том, что такой конкурс необходимо проводить ежегодно и изделия, которые школьники сделают своими руками, смогут найти своих покупателей среди жителей города. Привлечение внимания студенческой молодёжи города нами проводилась последовательно, сначала было проведено 5 информационных семинаров по проблеме бытовых отходов. В рамках этих семинаров участникам были предоставлены статистические данные о темпах накопления бытовых отходов в различных странах, о вреде, ко-

торый наносит безответственное обращение с отходами окружающей среде и здоровью человека, составе, опасности нерационального отношения к ним, эффективным методам раздельного сбора, утилизации и вторичного их использования. Затем студенты были организованы для проведения акции под названием «Очистим планету от мусора!». Данная акция приурочена к Всемирному Дню Земли. В акции принимали участие студенты Самаркандского государственного университета, которая заключалась в проведении очистки территории, прилегающей к государственному Зарафшанскому заповеднику, расположенному на берегу р. Зарафшан. Далее был объявлен конкурс среди студентов на лучший плакат и компьютерный дизайн на тему: «Бытовые отходы и наше отношение к ним».

Основным лозунгом конкурса было правило: «Чисто не там, где метут, а там, где не сорят» и «Отходы — в доходы». Затем состоялось подведение итогов конкурса среди студентов на тему: «Бытовые отходы и наше отношение к ним». Конкурс проводился в 2-х номинациях — «Плакат» и «Компьютерный дизайн». Некоторые студенты участвовали как в конкурсе «Плакат», так и в конкурсе «Компьютерный дизайн». Конкурсная комиссия отобрала лучшие работы, авторы которых были награждены ценными призами.

Кроме того, прошло театрализованное представление творческой студенческой группы на тему: «Король Мусор». Аллегория в авторской интерпретации руководителя театра «Ника-Бумеранг» Татьяны Ниязовой и режиссёрском воплощении Карины Татитьянц отразила многие аспекты проблемы мусора в мире. «Король мусора» показал, как в кривом зеркале, обратную сторону цивилизации, а «Свалка» стала олицетворением бездумного потребительского отношения к природе. Другие персонажи спектакля — Счетовод, Эколог, Чистая вода, Грязный арык принимали активное участие в полемике о пользе и вреде бытового мусора. Живо и красочно представлены образы Грязной и Чистой воды, реки Зарафшан. В конце представления Эколог находит того, кто показал

пример бережного отношения к природе — это Маленький Принц, который живёт по правилу: «Встал поутру, умылся, оделся, привёл себя в порядок — и сразу же приведи в порядок свою планету!». Эта постановка приоблизила каждого зрителя к проблемам водосбережения, дефицита воды, рационального использования водных ресурсов. Хотелось бы привести отрывок из постановки, наиболее ярко характеризующий проблему загрязнения водных ресурсов:

#### **Грязная вода:**

*...Мне нравится, я самый ценный минерал!  
Да посмотри — как я нарядна, и чрезвычайно популярна:*

*конгресс, симпозиум, журнал... И журналистов полный зал.*

*Я — Грязная вода — проблема из проблем. Я — Грязная вода — даю работу всем:*

*экологам, биологам, врачам.*

*Учёные пусть пишут по ночам.*

#### **Река Зарафшан:**

*Вода имеет память, ещё возможно всё исправить!*

*Вода — ведь это кровь Земли, Эколог, ты*

*нам помоги!*

Подводя итоги проделанной работе по проекту «Проблемы твёрдых бытовых отходов в современном городе» необходимо отметить, что работа по вопросам сбора, вывоза, утилизации бытовых отходов требует долгой и постоянной совместной работы по информированию учащейся молодёжи, вовлечению их в практическую помощь государственным структурам, ответственным за благоприятное состояние окружающей природной среды.

Пересмотр существующих методов обучения, введение «инновационного обучения», основанного на активном участии в процессе обучения, использование ролевых и имитационных игр во внедрение основ Устойчивого развития — способствуют углублению знаний, улучшают восприимчивость, активизируют личную заинтересованность, развивают активную гражданскую позицию студентов, что будет способствовать пониманию и предвидению событий и их последствий в области окружающей нас среды.

### **Литература**

Закон РУз «Об отходах» (№ 871-ХШ, от 05.04.2002).

Закон РУз «Об охране природы» (№ 713-1 от 24.12.1998, внесены изменения от 08.01.2007, № ЗРУ-77).

Методические рекомендации по определению норм накопления ТБО в городах и населённых пунктах Р Уз. (№ 96 от 17.09.2007). Ташкент, 2007.

Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Р Уз (1988—2007). Ташкент, 2008.

Национальная стратегия по управлению отходами (проект Госкомприроды РУз). Ташкент, 2005.

Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания ТБО жилищного фонда городов России / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. М., 2012.

УДК 502:371.3(575.1)

### **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ПРЕДМЕТА ЭКОЛОГИИ В САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (УЗБЕКИСТАН)**

Х.Т. Боймуродов, З.И. Иззатуллаев., Д.А. Олимова

*Самаркандский государственный университет, г. Самарканд, Узбекистан*

*e-mail: e.m.zizzat@yandex.ru*

В XXI в. экологическое образование и часть формирования личности. Для того, чтобы воспитание превратилось в неотделимую бы остановить нарушение экологических за-

конов, у каждого члена общества надо повысить качество образования при преподавании экологии с использованием новых педагогических и инновационных технологий и этим путём повысить экологическую культуру.

В настоящее время обеспечение устойчивого развития Узбекистана связано с обучающейся молодёжью для воспитания высокообразованного культурной личности, поэтому экологическое образование имеет большое значение. Учитывая это, в настоящее время в Самаркандском государственном университете готовят бакалавров по направлению специальности 5630100 — Экологии и охраны окружающей среды (наука и образование) и магистров — 5А630102 — Экология (по специальности). У молодёжи по охране окружающей среды и использования природы, чтобы они могли решать местные и национальные и на международном уровне экологические проблемы и к вопросам экологической образованию, ставятся новые требования.

В университетах Узбекистана экология как предмет преподаётся уже 20 лет. За этот период по этой специальности опубликовано ряд учебников и учебных пособий. До настоящего времени у нас в школах и средне специальных образовательных школах обучение предмета экологии не является ведущим предметом. Элементы экологии преподаются только среди различных предметов таких как «Природоведение», «Зоология», «Ботаника» и др. Только в высших учебных заведениях экологическое образование обязательное и считается предметом 2-го блока Государственного образовательного стандарта. В университете предмету экологии выделено 124 ч. Из них 30 ч лекций, 34 ч практических и 60 ч самостоятельной подготовки.

В настоящее время меняется состав и смысл традиционного обучения. Глобальная интернетная сеть и всесторонняя компьютеризация, телевидение и менталитет нового поколения, инновационные технологии сильно изменили обучение. Работа с компьютером на экране монитора дала возможность новому поколению в считанные секунды принять информацию.

По новой оценке образования в выс-

ших учебных заведениях переход от устного к письменному экзамену увеличили некоторые отрицательные тенденции. Только методы обучения студентов, из их числа специальной и ролевые игры, семинар-тренинги и их применение в процессе обучения могут дать положительные результаты. Нельзя сказать, что обычное обучение превосходит новое обучение. Есть педагоги, которые долгие годы пользуются методами перспективного обучения. В период преподавания настоящего обучения надо достичь активности студентов. Эта дополнительная работа над собой требует освоения новых педагогических и интерактивных методов нужных себе.

У каждого высококвалифицированного специалиста для выполнения этой задачи должно быть специальные учебные пособия, сборники задачник, тесты, электронные материалы. В настоящее время опытные педагоги в своих лекциях используют электронную почту в сети интернета, обучение на расстоянии, коммуникацию онлайн. Всё это превратилось в неотделимую часть учебно-методического комплекса. Сейчас у профессорско-преподавательского состава сократились лекционные часы и самостоятельному обучению отводится много времени. В новом методе обучения лекциям отводится 20—25 % времени, остальное это выполнения самостоятельной работы. При этом у студента повышается мышление, способность самостоятельно думать и ставить новые задачи. При создании электронного учебника по предмету «Основы экологии» в государственном стандарте выделено 30 ч лекций, 34 ч практических занятий. Материалы этого объёма часов перерабатываются на основе новых педагогических технологий.

Они следующие:

- Дополнение истории изучения предмета именами новых исследователей и их методам обучения;
- Основные формы воздействия человека на географическую среду и экологические условия;
- Единство ландшафтной сферы и экологии;
- Приспособление к среде и экологическим условиям;

- Экология популяций;
- Биоценозы, биогеоценозы и экосистемы;
- Взаимоотношения организмов в биоценозах;
- Аральское море и экология его окрестностей;
- Мониторинг состояния природной среды;
- Особо охраняемые территории Республики Узбекистан;
- «Красные книги» Республики Узбекистан и другие темы, основанные на новых педагогических технологиях, создание электронного учебника по данному предмету.

На кафедре начиная, с 2003 г. создавались первые электронные анимационные учебники и к настоящему времени их число ещё возрастает. Таким образом, применение новых педагогических технологий служат поднятию уровня учебного процесса, и она завершается показательной оценкой усвоения предмета. В процессе обучения, в высшем и среднем специальном образовательном обучении, обеспечение сравнительным методам наблюдения, усиление у студентов получения знания постоянной самостоятельной работой, повысится формирование новых навыков оценок на основе рейтинговой системы и технологическое осуществления новых путей.

УДК 502.76551.46

## ЖЕНЩИНЫ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА: ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИИ В ВОДНОМ СЕКТОРЕ

Г.Г. Деушева, Л.Э. Белялова

*ЭкоННО «Зарафшан», Самаркандский государственный университет, г. Самарканд, Узбекистан*

e-mail: gauhar-d@rambler.ru , leylya\_bird@rambler.ru

За последнее десятилетие заметно выросло осознание таких проблем, как истощение ресурсов, деградация природных систем и опасность, связанная с выбросом загрязняющих веществ. В особом внимании и признании нуждаются роль и специфическое положение женщин, проживающих в сельской местности и занятых в сельском хозяйстве, где предоставление им доступа к профессионально-технической подготовке, земельным, природным и производительным ресурсам, кредитам, программам развития и кооперативным структурам может помочь активизировать их участие в процессе устойчивого развития.

Общепризнанно, что «вода должна трактоваться первоначально как социальное и культурное, а не как экономическое благо, а способ реализации прав на воду должен быть устойчивым, обеспечивая реализацию права для настоящих и будущих поколений». Это предполагает, что доступ к воде должен быть обеспечен как для нынешнего, так и будущих поколений, следуя принципу справедливости. Именно женщины являются своеобразными проводниками, связующими поколения, яв-

ляясь матерями и воспитателями детей. Женщины играют решающую роль в воздействии на привычки соблюдения гигиены маленьких детей.

Согласно статистическим данным и публикациям международных организаций, ущерб здоровью населения от потребления недоброкачественной питьевой воды соразмерен с потерями от стихийных бедствий, неблагоприятных экологических ситуаций, голода и других глобальных факторов. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), свыше 500 млн человек в мире ежегодно болеет от потребления некачественной воды.

Узбекистан присоединился к основным международным документам, регулирующим использование природных ресурсов и направленных на повышение эффективности природоохранной деятельности. Реализуются масштабные проекты, направленные на решение проблем дефицита водных ресурсов и опустынивания, экономию водопотребления, борьбу с засолением и деградацией культурных земель, улучшение доступа населения к питьевой воде, формирование необходимой

инфраструктуры для лечения заболеваний, связанных с растущим негативным влиянием изменения экологии и климата в регионе. Известно, что 22 марта стартует новое международное десятилетие «Вода для устойчивого развития, 2018—2028 гг.».

В Узбекистане фактически делается немало по проблемному направлению «Женщины и Окружающая среда». Снижение влияния экологической деградации на женщин, повышение роли женщин в управлении окружающей средой является одним из приоритетных направлений, отмеченных в Национальной Платформе Действий Узбекистана.

Вода является в странах Центральной Азии ключевым фактором социально-экономического и экологического благополучия. Есть достаточно хорошие примеры реализации проектов на тему «Гендер и устойчивое развитие». В частности Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК вышел с инициативой «Гендер и вода в Центральной Азии» и реализовал соответствующий региональный проект. Создана сеть под названием «GWANET — Гендер и вода в Центральной Азии».

Деятельность женских ННО национального, регионального и международного уровней может оказать реальное влияние на позитивное изменение положения и статуса женщин. Экологические ННО проводят работу в стране по повышению занятости женщин, обучению вопросам адаптации к изменению климата, развитию формального и неформального экологического образования, общественной экологической экспертизы и мониторинга.

ННО также принимают активное участие в законотворчестве по вопросам охраны окружающей среды. Три депутата Парламента страны — женщины, представители ННО. В составе рабочих и экспертных групп женщины от НПО участвовали в работе над проектами Национальных планов и Программ действий по охране окружающей среды, законов «Об экологическом контроле», «О социальном партнёрстве», «Об открытости деятельности органов государственной власти и управления», «Об общественном контроле» и

др. В то же время, в этой сфере есть ещё нерешённые вопросы.

1. Не все документы, связанные с окружающей средой, принятые на международном уровне, включают в себя вопросы необходимости достижения гендерного равенства. Вопросы проблемного направления «Женщины и Окружающая среда» не учитываются многострановым отделением ООН «Женщины в Центральной Азии» при подготовке обзоров реализации Пекинской платформы действий (ПДД).

2. Гендерные нормы и стереотипы оказывают существенное воздействие на восприятие ролей мужчин и женщин в обществе. Несмотря на достижения женщин во многих сферах, прочное восприятие того, что женщины преимущественно ассоциируются с индивидуальной и семейной сферой, превалирует и часто ограничивает возможности женщин к самореализации в общественной жизни.

3. В то время как управление воздействием изменения климата является важным направлением экологической политики в Узбекистане, тем не менее, лишь ограниченные исследования выполняются для определения дифференцированного воздействия изменения климата на мужчин и женщин, или различные применяемые ими практики и стратегии. В настоящее время в странах Центральной Азии накоплено большое количество информации практически по любым вопросам, касающимся как гендерной проблематики, так и водного хозяйства. Однако использование этих материалов в достаточной степени затруднено из-за их бессистемности, разбросанности, сложности использования и непригодности к использованию компьютерной техникой. Нет качественных данных и исследований по рассмотрению гендерных перспектив в управлении природными ресурсами; мало специалистов, обладающих практическими навыками по применению общих гендерных основ в конкретных ситуациях по управлению природными ресурсами.

4. Женщины по-прежнему мало представлены на всех уровнях выработки политики и принятия решений по вопросам природных ресурсов и рационального природопользования, сохранения и охраны окру-

жающей среды и устранения нанесённого ей ущерба.

В Центральной Азии аспекты, связанные с ирригацией и дренажом, являются ключом для развития сельскохозяйственного производства, и ограниченные водные ресурсы оказывают воздействие на продовольственную безопасность. Ассоциации водопользователей (АВП) являются основной структурой на уровне сообществ, служащей для урегулирования споров, возникающих между руководством ирригационных систем и водопользователями. Несмотря на то, что женщины представляют собой большую часть пользователей воды для сельскохозяйственного производства, они составляют лишь меньшинство среди членов АВП и даже ещё меньше среди лидеров АВП. Предлагаются следующие пути решения проблем:

#### **I. Развитие исследований:**

- исследования по проведению специальных, в том числе, социологических исследований о влиянии и воздействии изменения окружающей среды на уязвимые группы, гендерных проблемах в вопросах управления природными ресурсами и охраны окружающей среды;

- создание базы знаний с использованием современных информационных технологий по проблемам гендерного равенства и роли женщин в управлении природными ресурсами и устойчивом развитии.

#### **II. В сфере пропаганды и информирования:**

- повысить осведомлённость лиц, разрабатывающих стратегии, руководящего состава (как женщин, так и мужчин) относительно связи вопросов гендерного равенства с вопросами управления природными ресурсами и устойчивого развития;

- привлечение средств массовой информации (СМИ) к широкому освещению гендерных проблем в сферах управления природными ресурсами и устойчивого развития. СМИ могут сыграть важную роль в пропаганде гендерных вопросов, поддержке инициатив, направленным на избавление от традиционных средневековых стереотипов. Необходимо создавать средствами СМИ новый образ современной женщины-лидера.

#### **III. Организационно-правовые вопросы:**

- рекомендовать развитие более тесной координации действий Комитета женщин с Научно-информационными центрами Межгосударственной комиссии по устойчивому развитию и Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии в решении гендерных проблем;

- рекомендовать Многострановому отделению ООН Женщины в Центральной Азии и соответствующим подразделениям и специалистам ООН в странах при подготовке обзоров реализации Пекинской платформы действий учитывать в числе приоритетов реализацию стратегических целей проблемного направления «Женщины и окружающая среда».

### **Литература**

- Национальная стратегия устойчивого развития Республики Узбекистан. Ташкент, 1999.
- Национальная программа действий по охране окружающей среды 2012—2017 гг. Ташкент, 2012.
- Национальный обзор по оценке прогресса, достигнутого Республикой Узбекистан по выполнению повестки дня на 21 век. Ташкент, 2001.
- Стратегия повышения уровня жизни населения Республики Узбекистан на 2004—2006 гг. и период до 2010 г. Ташкент, 2004.
- Субрегиональная программа действий стран Центральной Азии по борьбе с опустыниванием в контексте КБО (3 сентября 2003). Гавана, 2003.
- Повестка дня на XXI век: принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3—14 июня 1992 года. Рио-де-Жанейро, 1992.
- Сеть «GWANET — Гендер и вода в Центральной Азии» URL: [www.gender.cawater-info.net](http://www.gender.cawater-info.net)

УДК 371.72

**ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ В РАМКАХ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
«ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА»**

М.А. Калайда, С.Д. Борисова

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

E-mail: kalayda4@mail.ru

Осознанное принятие ценностей здорового образа жизни и здоровья становится в настоящую эпоху не просто значимым, а ведущим фактором в обеспечении устойчивого развития общества и общественных отношений (Кудряшова, 2014).

На современном этапе развития российского общества вопросы охраны, укрепления, сохранения здоровья подрастающего поколения, привития ценностных ориентаций к сознательному ведению и пропаганде здорового образа жизни являются приоритетными в образовательной политике, что закреплено в нормативно-правовой основе функционирования системы образования: Национальной доктрине образования в Российской Федерации до 2025 г., законе РФ «Об образовании», Основных направлениях модернизации образования на 2011—2018 гг. (Основы формирования здорового образа жизни, 2010).

Большее значение в формировании здорового образа жизни молодого поколения отводится высшей школе, представляющий собой социальный институт, где происходит становление компетентного специалиста и полноценной социально активной личности, обладающей физическим и нравственным здоровьем и высокими эстетическими идеалами. Изучение студентами дисциплин о здоровье (ЗОЖ) способствует формированию стереотипа «здоровый образ жизни» (Кудряшова, 2014).

Чтобы подготовить высококвалифицированных специалистов необходимо укреплять и формировать здоровый образ жизни, способствовать работоспособности студенческой молодёжи. Сегодня данная категория населения испытывает отрицательное воздействие окружающей среды, так как физическое и умственное становление совпадает с периодом адаптации к новым, изменившимся для них условиям жизни, обучения, высоким умственным нагрузкам.

Студенты — это составная часть молодёжи, представляющая собой индивидуальную социальную группу и отличающаяся свойственными ей условиями жизни, труда и быта, социальным поведением и психологией. Они относятся к группе повышенного риска, так как на непростые личные проблемы студентов — высокую эмоциональную и умственную нагрузку, приспособление к новым условиям проживания и обучения, накладываются особенности современного состояния во всех основных сферах общества и государства. Все это приводит к ухудшению адаптации студентов, следствием чего являются серьёзные медицинские и социально-психологические проблемы (Формирование здорового образа жизни ... , 2014).

Актуальными вопросами современных студентов являются сохранение и укрепление собственного (индивидуального) здоровья, что положительно влияет и на сохранение популяционного здоровья. Здоровый образ жизни для каждого индивидуален, в своей жизнедеятельности человек руководствуется законами общества и индивидуальными законами своего организма.

Программа и организация здорового образа жизни для каждого студента определяется следующими основными посылаками:

- индивидуально-типологическими наследственными факторами;
- объективными социальными условиями и общественно-экономическими факторами;
- конкретными условиями жизнедеятельности, в которых осуществляется семейно-бытовая и профессиональная деятельность;
- личностно-мотивационными факторами, определяемыми мировоззрением и культурой человека, степенью их ориентации на здоровье и здоровый образ жизни (Проскурякова, 2013).



Приобщение студентов к проблеме сохранения своего здоровья — это, прежде всего процесс социализации, воспитания (Стратиевко, 2010). Важной частью воспитания является осознание высокой связи уровня душевного комфорта и здоровья. Для формирования душевного комфорта необходимы знания о законах развития, как своего организма, так и других биологических систем, умение воспринять себя как надорганизменную систему, в которой сосуществует микрофлора, определяя в значительной степени личное здоровье.

С 2016—2017 учебного года в Казанском государственном энергетическом университете введена дисциплина «Здоровый образ жизни и экология человека» для студентов 1 курса очной формы обучения, а с 2017—2018 учебного года — для студентов 2 курса заочной формы обучения.

Дисциплина «Здоровый образ жизни и экология человека» преподаётся как студентам, обучающимся по направлению «Водные биоресурсы и аквакультура», так и всем обучающимся в университете. Экологическая направленность обучения по направлению «Водные биоресурсы и аквакультура», знание понятий по формированию здоровья у биологических объектов, выращиваемых в аквакультурных условиях, позволяет лучше воспринимать общие задачи формирования здоровья через формирование образа жизни.

Формирование ценностей здорового образа жизни у студентов — длительный, непрерывный и направленный педагогический процесс, основанный на системе научных и практических подходов к личности студента, которые в итоге позволяют освоить управление деятельностью организма через формирование «правильных» привычек, осознание связей «поступок → результат». Для формирования и осуществления здорового образа жизни могут быть плодотворно использованы соответствующие элементы системы физической культуры, гигиены, медицины и, безусловно, педагогики.

При проведении занятий по дисциплинам направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» таким как, «Биологические основы рыбоводства», «Товарное

рыбоводство», «Кормление рыб» обучающийся видит насколько условия среды и качество корма определяют скорость роста объектов и продолжительность жизни. Через осознание сосуществования парадигм «сбалансированного питания» и «адекватного питания» (Уголев, 1985) студенты имеют возможность «сделать выбор» жизненной стратегии, изменить отношение к процессу формирования личного здоровья. Физиологически полноценное питание людей с учётом их пола, возраста, характера труда, климатических условий жизни является важнейшей компонентой здоровья. Питание студента должно быть разнообразным и включать в себя фрукты, овощи, мясо, крупы, рыбу, орехи. Особое внимание в воспитании здорового питания студентов необходимо уделять рыбе — уникальному продукту. По содержанию белка она не уступает мясу животных, при этом белок, содержащийся в рыбе, усваивается намного лучше. Рыбные продукты отличаются высокими вкусовыми и диетическими качествами, являются существенным источником животных белков, составляя в общем белковом балансе населения России пятую часть. Употребление диетических блюд из рыбы помогает организму расщеплять жиры, поддерживает нормальный обмен веществ, при похудении защищает мышцы от истощения, а также обеспечивает организм витаминами и микроэлементами и полезными жирами. Рыба обладает лечебно-профилактическими свойствами: содержит все незаменимые соединения, необходимые человеку, в том числе аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты, витамины, микроэлементы. По содержанию витаминов, кроме витамина С, рыба превосходит овощи и фрукты.

Рыбная продукция является, по оценкам ФАО, чрезвычайно разнообразным пищевым товаром повышенной экономической ценности. В 2010 г. основную часть рыбопродуктов (46,9 %) составляла живая, свежая или охлаждённая рыба. На втором месте (29,3 %) следовала замороженная рыба и морепродукты, а затем (14 %) приготовленная или пресервированная, вяленая и копчёная (9,8 %) рыба (Богерук, 2010).

В связи с увеличением роли рыбы и ры-

бопродуктов в здоровом питании представляет интерес анализ проведённого нами анкетирования среди студентов заочной формы обучения Казанского государственного энергетического университета и их родителей. В анкетировании приняли участие 200 человек, из которых 130 имели возраст до 40 лет и 70 — старше 40 лет (Калайда, 2016). Среди опрошенных вегетарианцы, не употребляющие в пищу мясо и рыбу, составили 10 % в возрастной категории старше 40 лет и не встречались в категории до 40 лет.

При оценке предпочтения мяса или рыбы выяснилось, что во всех возрастных категориях предпочтение отдаётся мясу (соответственно 80 и 65 %). Роль рыбы в питании возрастает с увеличением возраста респондентов: рыбу предпочитают мясу соответственно 20 % студентов до 40 лет, 35 % — старше 40 лет.

На вопрос, как Вы оцениваете значение рыбы в питании, только 5 % молодых и 9 % людей среднего возраста затруднились ответить, остальные респонденты считали, что рыба имеет высокое значение в питании. 80 % опрошенных студентов в возрасте до 40 лет и 60% — в возрасте старше 40 лет считают рыбу обычной едой, а для остальных респондентов рыба — праздничная еда.

80 % респондентов старше 40 лет покупают рыбу регулярно, 60 % опрошенных младше 40 лет — иногда. Большинство студентов в возрасте младше 40 лет при покупке рыбы руководствуются вкусом (90 %), опрошенные старше 40 лет — вкусом (60%), стоимостью (20 %) и её доступностью в продаже (20 %).

Жирные сорта рыбы (сёмга, форель, скумбрия, сайра, карп) предпочитают 40 % молодых людей и 20 % опрошенных в возрасте старше 40 лет. Морскую рыбу (хек, треска, тунец) выбирают 30 % студентов младше 40 лет и 60 % — старше 40 лет. Не жирные сорта рыбы (судак, берш, окунь, минтай) выбирают 30 % молодых студентов и 20 % — студентов старше 40 лет.

При уточнении предпочтений в потреблении рыбы, выяснилось, что в группе старше 40 лет рыбу совсем не едят 10 % опрошенных, 85 % отдают предпочтение карпу, сёмге и

осетровым, причём 35 % из них предпочитают только сёмгу. В группе младше 40 лет рыбу едят все. На долю карпа, сёмги и осетровых приходится 70 %, а 30 % едят «другую» рыбу. В этой возрастной группе предпочтение карпу отдают только 10 % респондентов, 60 % готовы чередовать в потреблении карпа, сёмгу и осетровых по желанию. Представляет интерес оценка роли в питании студентов осетровых рыб и их икры: никогда не пробовали осетровых рыб из опрошенных 10 % молодых людей и 18 % — старше 40 лет. При этом вкус осетрины не понравился 10—15 % респондентов. Чёрную икру никогда не пробовали 25 % молодых и 20 % опрошенных старше 40 лет. Проведённое анкетирование было дополнено вопросом о возможном выборе кормовых добавок при составлении кормосмесей для рыб в аквакультуре. На вопрос: «При современном недостатке белков в мире, какие кормовые добавки вы считаете допустимыми для улучшения роста рыб?» большинство респондентов (77 %) ответили, что для улучшения роста рыб минеральные добавки допустимы, приемлемы отходы сельскохозяйственных производств (56 %) и совершенно не приемлемы ингредиенты из газа, нефти и т.п. (100 % опрошенных). Таким образом, через формирование отношения к здоровому питанию, как важному элементу здорового образа жизни, у студентов приходит осознание и в выборе возможных кормовых добавок в корма, понятия БАД приобретают осознанный смысл, что и является важной компонентой здорового образа жизни.

Знание биологических законов, умение направленно формировать среду обитания и правила поведения в ней, обучают не только здоровому образу жизни, но и толерантности — уважению к различиям, характеризующим индивидуальную изменчивость. Вместе эти качества позволяют улучшить как физическое состояние студентов, так и их душевный комфорт. Усиление личностно-мотивационных факторов, определяемых мировоззрением под воздействием образовательного процесса повышают культуру человека и увеличивают степень их ориентации на здоровье и здоровый образ жизни.

### Литература

**Богерук А.К., Луканова И.А.** Мировая аквакультура: опыт для России. М.: ФГНУ «Росмнформагротех», 2010.

**Калайда М.Л., Ислямова А.А.** Роль рыбы в обеспечении здоровья населения // Экологические проблемы и здоровье населения: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. Пенза: РИО ПГСХА, 2016. С. 38—41

**Кудряшова А.Л.** Роль ценностей здорового образа жизни в современном обществе // Молодой ученый. 2014. № 21. С. 644—646.

Основы формирования здорового образа жизни / Е.Н. Стратиенко [и др.]. Брянск: РИО БГУ, 2010.

**Проскурякова Л.А.** Некоторые аспекты состояния здоровья студентов высших учебных заведений крупного промышленного центра // Здравоохранение Российской Федерации. 2013. № 5. С. 41—44.

Формирование здорового образа жизни студентов // Молодёжный научный форум: Гуманитарные науки: электр. сб. ст. по материалам XIX студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. М.: «МЦНО», 2014. № 12(18). [Электронный ресурс] — URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_humanities/12\(18\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_humanities/12(18).pdf)

**Уголев А.М.** Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Л.: Наука, 1985.

УДК 639.3

### АКТУАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ В РАЗВИТИИ АКВАКУЛЬТУРЫ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

М.Л. Калайда<sup>1</sup>, Н.Н. Хазипов<sup>2</sup>, Р.Р. Сафиуллин<sup>2</sup>, А.А. Калайда<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, г. Казань, Россия

E-mail: kalayda4@mail.ru

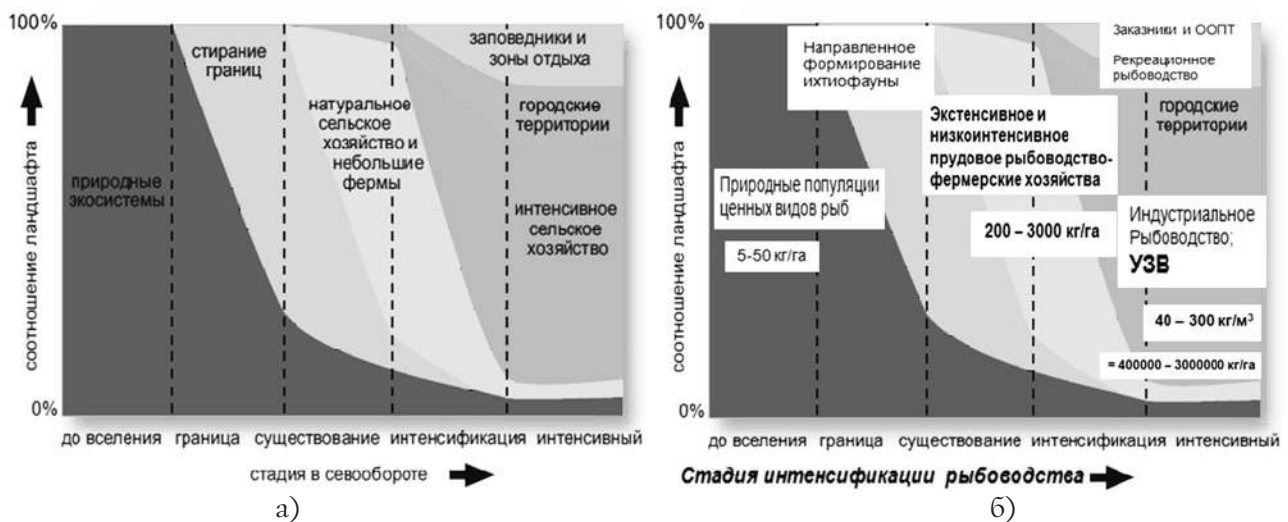
В современных условиях развитие аквакультуры идёт путём аналогичным развитию земледелия (рисунок). Среди важнейших региональных задач в развитии аквакультуры сосуществуют как задачи сохранения природных популяций ценных видов рыб в водоёмах Волжско-Камского региона, так и задачи развития высоко интенсивного индустриального рыбоводства (Калайда, 2017а).

Не снижается и необходимость в развитии и усилении государственной поддержки фермерских рыбоводных хозяйств, использующих технологии с разной степенью интенсификации: от выращивания карповых рыб пастбищными методами на базе малых сельскохозяйственных водоёмов комплексного назначения до использования полунтенсивных и интенсивных технологий в прудовых рыбоводных хозяйствах и мини-УЗВ. Сохраняется актуальность развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов и усиления значения развития фермерских

крестьянских хозяйств с формированием взаимосвязи между отдельными хозяйствами, специализирующимися на отдельных производствах, необходимых для развития кластера аквабиотехнологий. Это усиливает роль рыбоводных хозяйств как основы для возрождения сельских территорий Республики Татарстан, в 2018 г. планируется создание более 70 кооперативов.

Основой развития пастбищной аквакультуры и сохранения популяций ценных видов рыб в регионе являются такие крупные реки, как Волга, Кама, их притоки: Вятка, Свияга, Меша, Шешма, Ик, Тойма, Иж, Степной Зай, Куйбышевское и Нижнекамское водохранилища (Калайда, 1998, 1999).

Куйбышевское водохранилище — озеро-водохранилище — является крупнейшим в Европе — 6450 км<sup>2</sup>. Его общая ёмкость при НПУ составляет 58 км<sup>3</sup>, а площадь 590 тыс.га. Водоёмы относятся к высшей категории. Наибольшая ширина водохранилища (до 40 км)



Стадии интенсификации в развитии сельскохозяйственного производства:  
а — растительных культур; б — в аквакультуре

отмечается в районе слияния Волги и Камы. Длина береговой линии составляет около 2 130 км. Максимальные глубины отмечены в приплотинной части водохранилища (более 40 м). Средние глубины составляют около 9 м. Куйбышевское водохранилище представляет собой ряд плёсов.

Около половины площади водохранилища находится в пределах Республики Татарстан, из которой около 20 % приходится на площадь мелководий. Таким образом, общая площадь мелководной высокопродуктивной зоны Куйбышевского водохранилища составляет около 60 тыс. га.

Имея специфическое физико-географическое положение, Республика Татарстан испытывает влияние переноса загрязняющих веществ по водотокам с территорий сопредельных республик и областей. Так, отмечалось загрязнение р. Кама из-за аварии на участке нефтепровода на территории Башкортостана, неочищенные сточные воды г. Ульяновска сбрасываются в р. Свяга. Наиболее восприимчивы к загрязнению малые реки республики, а в конечном счёте загрязняется Куйбышевское водохранилище. В отдельных случаях сброс вод в ранневесенний период приводит к созданию заморных условий на участках мелководий, отделившихся от основной площади водоёма и имеющих слабые притоки вод.

Такая ситуация приводит к смертности рыб на этих участках водохранилища. Кроме заморных условий в зимний период, летом от-

мечается массовое развитие цианобактерий. Накопление биогенов в воде водохранилища приводит к «цветению» водоёма. Чаще всего оно проявляется массовым размножением цианобактерий родов *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Nodularia* и *Oscillatora*. Для устранения отрицательных явлений, связанных с массовым развитием фитопланктона, необходимо проводить целый ряд мероприятий. Все они относятся к сфере деятельности в области водных биоресурсов и аквакультуры. Направленное формирование иктиофауны является наиболее эффективным в долгосрочной перспективе для поддержания высокого качества воды с одновременным решением проблем сохранения высокой численности ценных видов рыб (Калайда, 2017б).

Как биомелиораторов, наиболее выгодно для улучшения состояния экосистемы водохранилища проводить выпуск белого и пёстрого толстолобиков. Оценка продукционного потенциала Куйбышевского водохранилища подтверждает возможность выпуска толстолобиков в водохранилище плотностью посадки 100 шт./га в зонах высокой продуктивности. Возможная рыбопродукция белого толстолобика, как фитопланктофага, составляет до 3 078 т в Куйбышевском водохранилище в пределах республики. В рыбоводных хозяйствах республики на тёплых водах могут быть выращены сеголетки (или годовики) около 60 г. Общая потребность в посадочном материале (годовиков или сеголетков) толстолобиков в настоящий период составит около

6 млн шт. или 1—5 млн шт. двухлетков. Введение растительноядных рыб-сестофагов в поликультуру оказывает существенное влияние на гидрохимический режим и формирование естественной кормовой базы водоёмов.

Выпуск толстолобиков может осуществляться двухлетками, выращенными в фермерских рыбоводных хозяйствах на базе водоёмов комплексного типа в поликультуре с карпом.

Для фермерского рыбоводства с разной степенью интенсификации в Республике Татарстан имеются малые водоёмы комплексного назначения общей площадью около 10 тыс. га, из которых 4 тыс. га могут использоваться с применением методов интенсификации рыбоводства. При использовании поликультуры растительноядных рыб и карпа на базе ВКН с низкой степенью интенсификации может быть выращено 2—3 тыс. т (Калайда, 1998, 2005). Таким образом, даже при низкой степени интенсификации в фермерских рыбоводных хозяйствах пастбищного типа можно вырастить около 6—8,5 млн двухлетков, которые обеспечат внутреннее региональное потребление ценной пищевой продукции и возможность реализации части продукции для использования под выпуск в водохранилище в мелиоративных целях.

Если к 1980 г. на территории Республики Татарстан насчитывалось около 260 водоёмов комплексного назначения (ВКН) общей площадью около 4 тыс. га, то к 2000 г. — 498 водоёмов общей площадью около 8,8 тыс. га (Калайда, 2005). В настоящее время общая площадь прудовых рыбоводных хозяйств составляет по данным Минсельхозпрода РТ около 995 га из которых 190 га — головные пруды; 580 га — нагульные пруды, 225 га — выростные пруды. В республике имеется 650 мелиоративных водоёмов общей площадью около 10 тыс. га.

Основу водного фонда ВКН составляют водоёмы средней площадью водного зеркала 21 га, построенные в 1980—1990-е гг. Водоёмы имеют в основном оросительное и противоэрозионное назначение. Абсолютное большинство ВКН по генезису являются овражно-балочными, русловыми и пойменными водоёмами (Калайда, 2001). По данным

МСХ специально для выращивания рыбы были построены за этот период только три ВКН общей площадью 293 га.

Исследования, проведённые в 1980-х — 1990-х гг., позволили выявить основные биологические и технологические особенности выращивания рыбы в водоёмах комплексного назначения в условиях сочетания интересов рыбоводства с другими нуждами хозяйства (Калайда, 1998, 2001). Наиболее перспективными для выращивания товарной рыбы являлись водоёмы пойменного, руслового и овражно-балочного типов с водопитанием из малых рек и не пересыхающих ручьёв. Возможная общая рыбопродуктивность водоёмов пойменного типа составила 1 000—1 400 кг/га, руслового — 150—300 кг/га, овражно-балочного — 350 кг/га. Выбор биотехники рыбоводства рекомендовалось проводить в соответствии с типом водоёма. Для ВКН пойменного типа была разработана система интенсивного ведения рыбоводства, включая уплотнённую посадку, поликультуру растительноядных рыб и карпа, кормление рыбы. Для ВКН руслового и овражно-балочного типов рекомендовалась иная форма ведения рыбоводства — с расчётом плотности посадки на начальный уровень воды и учётом изменений, которые происходили при её сработке из-за орошения. По проведённым оценкам ежегодная потребность в рыбопосадочном материале оценивалась для ВКН пойменного типа — 3,5—4 млн годовиков карпа и растительноядных рыб, для ВКН руслового типа — 2—2,5 млн годовиков и для ВКН овражно-балочного типа — около 1 млн годовиков. Общая потребность в молоди карповых рыб для выращивания в ВКН составляет 6,5—7,5 млн годовиков. Внедрение разработанной технологии позволяло увеличить ежегодное производство товарной рыбной продукции до 1500 т (Калайда, 2001).

В начале 1990-х годов фактическая зарыбляемая площадь мелиоративных водоёмов варьировала от 134 до 963 га. Общее производство рыбы в системе сельскохозяйственного рыбоводства зависело от наличия рыбопосадочного материала, так в 1970, 1971 и 1977 гг. в связи с отсутствием посадочного материала товарная рыба не выращивалась. В 1988 и 1989 гг. пруды не облавливались.

На результатах рыбоводных работ сказывались значительные потери молоди за зимовку. Выход годовиков с зимовки составлял около 48 %. Рыбопродуктивность в разных хозяйствах варьировала от 120 до 620 кг/га. В основном рыба выращивалась на естественной кормовой базе без использования поликультуры. В последнее десятилетие средняя рыбопродуктивность водоёмов составляла около 300 кг/га.

Перспективными направлениями использования ВКН в Республике Татарстан являются производство товарной рыбной продукции карповых рыб на базе ВКН пойменного типа; использование ВКН пойменного типа в качестве выростных водоёмов для производства посадочного материала пастбищной аквакультуры для зарыбления не только Куйбышевского водохранилища, но и различных техногенных водоёмов; использование ВКН руслового типа для воспроизводства хищников-биомелиораторов судака и щуки; использование ВКН овражно-балочного типа в качестве рекреационных водоёмов для любительского рыболовства.

Часть фермерских рыбоводных хозяйств используют прямоточные бассейновые системы и циркуляционные системы, которые позволяют не только расширить спектр выращиваемых видов рыб, но и использовать индустриальные методы. Эти хозяйства могут стать якорными в кластере аквабиотехнологий республики для обеспечения рыбопосадочным материалом фермерских хозяйств, применяющих пастбищные низкоинтенсивные технологии. Они должны обеспечить, в первую очередь, получение молоди растительных рыб и карпа (сазана).

Важнейшей предпосылкой для реализации задач аквакультуры в Республике Татарстан является достаточно высокое качество внутренних вод (Калайда, Дементьев, 2017; Калайда, 2016), благоприятные экологические условия, значительный научный потенциал и стремление производителей к участию в производстве объектов аквакультуры. Многие муниципальные образования в настоящий период включены в региональную Концепцию создания аквабиотехнополиса, активно поддерживают развитие аквабиотех-

нологий Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Министерство экономики в Республике Татарстан. Актуальность развития рыбохозяйственного кластера обусловлена и задачами продовольственной безопасности, в которых в качестве критерия определён удельный вес отечественной рыбной продукции не менее 80 %.

С позиций решения задач импортозамещения и обеспечения населения региона высококачественной рыбной продукцией развитие форелеводства в Республике Татарстан является особо актуальным (Калайда, Дементьев, 2017). Есть к этому и объективные предпосылки. Ещё в 1915 г. в сводке М.П. Сомова указывалось наличие двух рыбоводных форелевых хозяйств общей площадью 9,8 га расположенных на территории Казанской губернии. В этот период в регионе выращивались американская палия, речная форель, радужная форель, сиви и лосось (Калайда, 2001). В 1912 г. в пруды Казанского отдела Общества рыбоводства и рыболовства была посажена одна тысяча мальков радужной форели, в 1913 г. ещё 750 мальков, которые выращивались до 1916 г. Для более полного использования кормовой базы к форели подсаживались 250 стерлядей, а в качестве кормовой базы форели использовалась молодь карасей. Пресноводная речная форель (*Salmo trutta trutta*) встречается по данным опроса рыбаков и в настоящее время, например в Бугульминском районе Республики Татарстан.

Форелеводство может стать основным видом рыбоводства в фермерских хозяйствах Юго-Восточного Закамья, например, Бугульминского муниципального района Республики Татарстан. В 1782 г. Указом Сената был утверждён герб города Бугульма «В голубом поле серебряная рыба с голубыми пятнами, называемая пеструшка, которыми сей страны воды весьма изобилуют». Данная территория относится к Бугульминскому климатическому району, который характеризуется прохладным и сравнительно влажным летом со средней температурой июля 18,5 °С и продолжительностью тёплого периода около 198 дней. В районе расположены 25 озёр из 8 тыс. озёр в Республике Татарстан. Важной характеристикой региона, способствующей

развитию форелеводства являются многочисленные родниковые воды, выходящие на поверхность вдоль речек и овражных систем, которые могут использоваться как каскадные прудовые системы.

Особое место в структуре аквакультуры Республики Татарстан (см. рисунок) занимает индустриальное рыбоводство на базе УЗВ. Ещё в 1983 г. был запущен в эксплуатацию бассейновый комплекс на базе водоема объединения «Нижнекамскнефтехим» (Калайда, 2001). Установка включала восемь металлических бассейнов объёмом 200 м<sup>3</sup>, систему водоподготовки и водоочистки. В установке выращивался карп плотностью посадки 200—250 шт./м<sup>2</sup>. За 11 месяцев выращивания карп вырос с 173 г до средней массы 500 г. Выращивание карпа на базе УЗВ выявило комплекс проблем, приводящих к снижению эффективности производства: не стабильное наличие качественного посадочного материала, необходимость в качественной водоподготовке и главной проблемой оказалось обеспечение качественными кормами в условиях полного отсутствия естественных кормовых объектов в условиях УЗВ.

В настоящее время принят Комплексный план мероприятий по развитию аквабиокультуры в Республике Татарстан на период 2017—2022 гг. Среди направлений индустриального рыбоводства такие важные компоненты, как ввод Волжско-Камского рыбопродуктового комплекса по выращиванию молоди стерляди и других видов осетровых рыб в пос. Черепашье, строительство питомника осетровых рыб «Биосфера-фиш», организация производства молоди судака для выпуска в водоёмы как биомелиоратора. Ёмкость водоёмов по выпуску ценных видов рыб сложно оценить в связи с современным экологическим состоянием водных экосистем и идущим процессом эвтрофирования.

В связи с этим, особую значимость приобретают участки Куйбышевского водохранилища по реке Кама от Камского Устья, отведённые под особо охраняемые территории для сохранения и воспроизводства популяции стерляди, расположенные в 7 муниципальных районах Республики Татарстан общей площадью 1 750 га. Именно эти участки могут стать

опорными в сохранении маточного поголовья и зонами выпуска молоди стерляди. Поскольку по биологическим особенностям для стерляди не характерны дальние миграции, то можно ожидать увеличения её численности на этих участках и в ближайшее десятилетие восстановление маточного поголовья этого вида, который в настоящее время включён в Красную книгу Республики Татарстан. Необходимо дальнейшее расширение участков выпуска стерляди в местах её исторического обитания с учётом состояния их экосистем. Представляющим интерес с позиций выпуска молоди стерляди является и верхний участок Волжского плёса Куйбышевского водохранилища, сохранивший речной режим до настоящего времени.

Развитие воспроизводственных комплексов и товарного рыбоводства с возможностью расширения спектра выращиваемых видов остро ставят задачи обеспечения рыбоводных хозяйств кормами высокого качества (Развитие кормопроизводства ... , 2017).

Среди проблем развития отрасли воспроизводства и переработки объектов аквакультуры на первом месте — практически полная зависимость от импортных кормов. На сегодняшний день в Республике Татарстан нет производства специализированных полноценных кормов, отвечающих требованиям инновационных технологий по выращиванию ценных видов рыб, в первую очередь, осетровых рыб и форели. Российские производители предлагают корма для карпа, осетровых и форели как наиболее распространённых объектов выращивания. Комбикорма для карпа, выпускаемые в основном на юге страны, по ряду показателей не отвечают современному уровню рентабельности производства. Поэтому рыбоводные и фермерские хозяйства с собственным производством зерновых и масличных культур, в том числе подсолнечника и сои, создают мини-цеха для выработки комбикормов, включающих белковые добавки, витаминные премиксы. В полнорационных комбикормах для карпа собственные зерновые и масличные культуры и продукты их переработки могут составлять до 80 %. Отечественные корма часто не удовлетворяют требованиям производства рыбной продукции,

имеют не стабильный состав и не менее дороги, чем импортные. Это ухудшает как экономические показатели выращивания рыбы, так и возможности стабильного развития рыбоводства в Республике Татарстан.

В связи с этим в республике проводится работа по подбору перспективных ингредиентов комбикормов для осетровых, форелевых и карповых рыб из ингредиентов местного производства. Изучение сырьевого потенциала ингредиентов для производства рыбных комбикормов выявило значительные возможности создания кормовых добавок, среди которых добавки на базе продуктов пчеловодства. Представляет интерес использование кормовой добавки Винивет, основной задачей использования которой является обеспечение, в

первую очередь, не высокой скорости роста, как это принято в производстве в соответствии со второй парадигмой питания, а обеспечения здорового питания. Кормовая добавка Винивет содержит возобновляемые маловостребованные продукты пчеловодства — пергу и мерву. Она содержит в своём составе значительный комплекс витаминов, аминокислот, макро- и микроэлементов. Кормовая добавка уже успешно используется в качестве естественных стимуляторов физиолого-биохимических процессов в кормлении сельскохозяйственных животных. Особую значимость кормовая добавка имеет, как возможный заменитель белковой компоненты животного происхождения.

### Литература

Развитие кормопроизводства — важнейшая задача развития аквакультуры в Республике Татарстан на современном этапе / М.Л. Калайда [и др.] // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы II нац. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 13—15 сентября 2017 г. / под ред. А.А. Васильева. Саратов: ООО «ЦеСАин», 2017. С. 48—55.

**Калайда М.Л.** Задачи развития аквакультуры в Республике Татарстан на современном этапе // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017а. № 8 (139)/2017. С. 7—16.

**Калайда М.Л.** Процессы самоочищения водных экосистем и их регуляция в условиях эвтрофирования // Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водных объектов: проблемы и пути решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Казань, 2017б. С. 4—12.

**Калайда М.Л., Дементьев Д.С.** Качество вод как важная компонента развития форелеводческих фермерских хозяйств в поволжском регионе // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 49, № 1. С. 145—152.

**Калайда М.Л.** Обеспечение качества вод в Республике Татарстан — глобальный гражданский долг каждого современного человека // Хартия земли — практический инструмент решения фундаментальных проблем устойчивого развития: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. Казань: Татар. кн. изд-во, 2016. С. 148—152.

**Калайда М.Л.** Возможности повышения эффективности рыбохозяйственного освоения малых водоёмов комплексного назначения в Среднем Поволжье // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию её реорганизации в ГНУ ВНИИР: сб. науч. тр. Москва, 11—13 апреля 2005 г. / ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. Т. 1. М., 2005. С. 125—132.

**Калайда М.Л.** Экологическая оценка Куйбышевского водохранилища в условиях антропогенного воздействия. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2003.

**Калайда М.Л.** История и перспективы развития рыбного хозяйства Татарстана. Казань: Изд-во «Матбугатйорты», 2001.

**Калайда М.Л.** Продукционная характеристика водоёмов Среднего Поволжья как базы пастбищной аквакультуры (на примере Республики Татарстан): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1998.



**Калайда М.Л.** Возможности развития пастбищного рыбководства в водоёмах Республики Татарстан // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: материалы 2 Междунар. симп. Адлер, 1999. С. 139—140.

**Калайда М.Л.** Водоёмы комплексного назначения как основа рыбного хозяйства в Среднем Поволжье // Проблемы развития рыбного хозяйства в аридных регионах. М.: «Современные тетради», 2001. С. 32—37.

УДК 378:001.89:37.013.32:639.3

## ПОДГОТОВКА ИХТИОЛОГОВ-РЫБОВОДОВ НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова  
*Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия*  
E-mail: arin.azamat@mail.ru

В 2008 г. в Оренбургском государственном университете на кафедре технологии переработки молока и мяса факультета прикладной биотехнологии и инженерии было открыто новое направление «Водные биоресурсы и аквакультура», а в 2010 г. был проведён первый набор студентов. В 2014 г. кафедра была переименована и получила новое название — биотехнологии животного сырья и аквакультуры. Появление нового направления связано с необходимостью развития рыбохозяйственного комплекса Оренбургской области, как одного из основных перспективных отраслей АПК.

За время существования направления преподавателями проведена большая работа по совершенствованию учебного процесса: разработка учебных дисциплин, фонда тестовых заданий, фонда оценочных средств, мультимедийных лекций. На занятиях активно используются интерактивные образовательные технологии: лекция-визуализация, круглый стол, дискуссия, ролевая игра, а также активно внедряется система электронного обучения Moodle.

Все учебные аудитории кафедры оснащены мультимедийным оборудованием. Имеется лаборатория для проведения практических занятий и научно-исследовательских работ в области аквакультуры, ихтиотоксикологии и гидробионтов. Лаборатория оснащена 30 аквариумами объёмом 10 л и аквариумным стендом, состоящим из 6 аквариумов объёмом 300 л каждый. Кроме того, в каждой учебной аудитории установлены аквариумы с различными пресноводными гидробионтами,

служащими наглядным живым материалом на учебных занятиях по дисциплинам «Аквариумный дизайн» и «Аквариумное рыбководство».

На кафедре активно идёт научная работа в рамках инициативной госбюджетной НИР «Биологические и хозяйственные особенности гидробионтов при различной нутриентной обеспеченности организма и абиотических воздействиях» (№ ГР 01201252687) по нескольким направлениям:

- адаптационные изменения в организме рыб в условиях изменяющихся скоростей водного потока;
- исследование особенностей метаболизма холоднокровных животных при различной субстратной обеспеченности организма;
- кормление карповых и осетровых видов рыб;
- изучение паразитофауны рыб естественных и искусственных водоёмов Оренбургской области.

В период 2014—2016 гг. совместно с Институтом клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН (г. Оренбург) и Всероссийского НИИ мясного скотоводства (г. Оренбург) выполнялись исследования в рамках гранта Российского научного фонда №14-36-00023 «Исследование по проблемам агроэкологии техногенных наноматериалов, обеспечивающих улучшение условий жизни и среды обитания человека».

В своей научной деятельности кафедра использует производственные мощности ведущих предприятий и организаций. Так, на базе ООО «ИРИКЛА-РЫБА» (пос. Энерге-

тик, Оренбургская область) студенты имеют возможность участвовать в нерестовой компании, проводить заготовку гипофизов и гипофизарные инъекции, следить за процессом инкубации икры и выклевом личинок карповых рыб.

На базе ООО «Озёрное» (г. Оренбург) студенты получают знания и практические навыки по выращиванию рыб в садках.

На базе Камско-Уральского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» (ФГБУ «Главрыбвод») (г. Оренбург) и ООО «Оренбургский осётр» (г. Оренбург) студенты имеют доступ для получения профессиональных навыков и опыта работы по инкубации икры и выращиванию в УЗВ стерляди, ленского осётра, янтарной и радужной форели.

На базе ООО «фиш-ка» студенты имеют возможность изучить особенности переработки рыбного сырья. ООО «фиш-ка» занимается промыслом и переработкой рыбного сырья на Ириклинском водохранилище Оренбургской области. На сегодняшний день это крупнейшее рыбоперерабатывающее предприятие области. ООО «фиш-ка» имеет еврономер № 87N в списках российских предприятий и судов — экспортёров продукции водного промысла в страны Европейского союза. Экспорт осуществляется в страны Европы и Америки: Канаду, Германию, Литву, США. В 2016 г. предприятие получило сертификат соответствия системе качества применительно к рыбной продукции на принципах ХАСПП (Hazard Analysis and Critical Control Points) (Ермолова, 2017).

Филиалом кафедры является федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (г. Оренбург). Основными научными направлениями работы Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий РАН являются исследования в области физиологии, сельского хозяйства, нанотоксикологии, биотехнологии, экологии, этологии, генмаркерной селекции, экспертизы пищевых продуктов (более 50

наименований групп). На базе научного центра существует испытательный центр (ИЦ), центр коллективного пользования (ЦКП), лаборатория «Агроэкология техногенных наноматериалов» и другие лаборатории.

В ИЦ наши студенты проходят практику и приобретают лабораторные навыки, проводят научные исследования по оценке исследуемых объектов на качество, безопасность, экологическое состояние, что особенно важно при наличии высокой техногенной нагрузки на окружающую среду. Виварий ЦКП обеспечивает воспроизводство и проведение исследований на моделях беспозвоночных (*E. foetida*) и рыбах (*Danio rerio*, *Cyprinus carpio*).

Кафедра тесно сотрудничает с Министерством лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области, Средневолжским территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству (г. Самара), ФГБУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» (г. Троицк), ФГБУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), и другими организациями.

В 2014 г. нами было получено разрешение на добычу (вылов) водных биоресурсов в учебных и культурно-просветительских целях на реках, озёрах и водохранилищах Оренбургской области, что даёт возможность студентам готовить курсовые и дипломные работы.

Немаловажную роль в учебной деятельности играют учебные полевые практики (биологическая, гидрологическая и гидробиологическая), основными местами проведения которых являются водоёмы Оренбургской области: Ириклинское, Черновское, Майорское, Донгузское водохранилища, озёр Малахово, озеро Микутка, Жетыколь, Шалкар-Ега-Кара, реки Урал, Сакмара, Донгуз, Бердянка и др.

В рамках договоров о сотрудничестве с Костанайским государственным университетом имени А. Байтурсынова (Республика Казахстан) и Актюбинского регионального государственного университета им. Жубанова (Республика Казахстан) с 2017 г. на базе кафедры проходят научную стажировку «Методология научного исследования» магистранты казахстанских вузов по направлению «Водные биоресурсы и аквакультура».

На кафедре активно ведётся научная работа со студентами, в результате были выиграны гранты Оренбургской области в сфере науки и техники под руководством Е.П. Мирошниковой и А.Е. Аринжанова:

- Мужиков И.С., студент гр. 10 ВБиА «Оценка влияния микроэлементов Fe и Co в форме солей и наночастиц на метаболизм рыб» (Соглашение № 5-г от 08.07.2013);

- Рыжкова Л.М., студент гр. 10 ВБиА «Влияние наночастиц металлов на гематологические показатели крови карпа» (Соглашение № 6-г от 08.07.2013);

- Радионова Н.А., студент гр. 14 ВБиА «Исследование совместного использования биодобавок и наночастиц в кормлении рыб» (Соглашение № 12 от 30.06.2016);

- Налейкина Н.В., студент гр. 14 ВБиА «Исследование озёр Жетыколь и Шалкар-Ега-Кара Светлинского района Оренбургской области» (Соглашение № 8 от 30.06.2016).

Результаты научных исследований студентов представляются на научных конференциях, симпозиумах и форумах регионального, всероссийского и международного уровней. Так, студенты ежегодно принимают участие в международных межвузовских научно-практических конференциях проводимых на базе Оренбургского государственного аграрного университета: «Качество кормов — основа полноценного кормления сельскохозяйственных животных» (2013), «Аквакультура в современном мире» (2014), «Инновации в кормопроизводстве, кормлении сельскохозяйственных животных, аквакультуре — путь к импортозамещению продукции животноводства и рыбоводства» (2015), «Развитие зоотехнии и аквакультуры — путь к импортозамещению» (2016), «Актуальные проблемы и перспективы развития зоотехнии и аквакультуры» (2017).

В сентябре 2016 г. студенты кафедры приняли участие в крупномасштабном мероприятии — Молодёжный НАУКОГРАД «Евразия» в рамках международного молодёжного образовательного форума Евразия, где представили свои проекты и разработки.

Сотрудниками кафедры организована и ежегодно проводится интеллектуальная игра «Что? Где? Когда?» на тему «Экологические

аспекты аквакультуры», где студенты в игровой форме применяют свои знания по экологии, ихтиологии и рыбоводству.

Преподавателями кафедры направления «Водные биоресурсы и аквакультура» получено 5 премий губернатора Оренбургской области в сфере науки и техники:

- доктором биологических наук, профессором Е.П. Мирошниковой за цикл работ по развитию рыбоводства в естественных и искусственных водоёмах Оренбургской области (2007), за создание учебных пособий «Общая биология (с основами биологии гидробионтов)», «Основы аквакультуры», «Общая ихтиология», «Частная ихтиология» (2012), за работу «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции» (2013);

- доктором биологических наук, профессором С.В. Лебедевым за разработку методов оптимизации минерального питания человека и животных (2009);

- кандидатом сельскохозяйственных наук, доцентом А.Е. Аринжановым за работу «Разработка кормов с добавлением наночастиц металлов для выращивания товарного карпа» (2014).

В рамках государственной поддержки молодых учёных в Оренбургской области научные работы преподавателей кафедры были поддержаны персональными стипендиями:

- Е.П. Мирошникова за работу «Биологические особенности и качество продукции кур и карпа при использовании различных энзимсодержащих рационов» (2011);

- С.В. Лебедев за работу «Оценка адаптационного ответа организма в условиях различной нутриентной обеспеченности (биохимические и морфологические аспекты)» (2011) и за работу «Разработка и апробация методов оценки действия металлов-микроэлементов на живые системы» (2015);

- А.Е. Аринжанов за работу «Оптимизация кормления товарного карпа при садковом выращивании» (2016).

Кроме того, основатель направления «Водные биоресурсы и аквакультура», доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры — Елена Петровна Мирошникова является руководителем экспертной

комиссии государственной экологической экспертизы материалов по общему допустимому улову (ОДУ) на Ириклинском вдхр. и других водоёмах Оренбургской области (приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования № 180-Н от 22.06.2011). С 2014 г. является членом комиссии по определению КВОТ на вылов водных биоресурсов Оренбургской области при Министерстве лесного и охотничьего хозяйства.

В 2014 г. Е.П. Мирошникова стала действительным членом Российской академии продовольственной безопасности и награждена Почётной грамотой Министерства образования и науки Российской Федерации.

С 2017 г. является членом Общественного Совета при Министерстве лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области.

С 2017 г. Е.П. Мирошникова и С.В. Лебедев являются членами диссертационного совета Д 006.040.01 при ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

(г. Оренбург).

С.В. Лебедев является лауреатом Всероссийского форума «Российским инновациям — российский капитал» (2010). С 2011 г. С.В. Лебедев является членом редакционной коллегии журнала «Вестник ОГУ» и международного научного издания «Современные фундаментальные и прикладные исследования».

За последние 5 лет преподавателями направления издано 3 монографии, 17 учебных пособий, 13 электронных курсов лекций, опубликовано 20 статей в международной базе данных Web of Science и Scopus и 37 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях ВАК.

На сегодняшний день у нас есть определённые заделы для научного и практического развития направления «Водные биоресурсы и аквакультура» и наш коллектив готов к новым свершениям на благо развития направления как одного из перспективных в АПК.

### Литература

**Ермолова Е.П.** Производство и переработка рыбы: состояние и перспективы развития в Оренбургском регионе // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбург, 2017. С. 1582—1583.

УДК 639.2:378(470.620)

### ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИ МНОГОУРОВНЕВОМ ОБРАЗОВАНИИ В НОВОСИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АГРАРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

И.В. Морузи, Е.В. Пищенко, Д.В. Кропачев

*Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия*

E-mail: moryzi@ngs.ru

Подготовка специалистов по рыбоводству была начата в Новосибирском государственном аграрном университете 50 лет назад в 1968 г. Приказом МСХ СССР на базе специальности «Зоотехния» была разрешено обучение студентов со специализацией «Рыбоводство». Объём часовой нагрузки 280 ч. В программу обучения входили предметы: Прудовое рыбоводство, Болезни рыб, Гидробиология, Ихтиология, Гидрохимия, Рыбоводственная гидротехника. Первый набор на специализацию Рыбоводство был проведён

в 1969 г. Ежегодно до 2008 г. формировали учебную группу численность 25 человек. За период с 1969 по 2000 г. специализацию получили более 450 человек, из них около 24 % в первые 5 лет работали в отрасли (рис. 1).

Среди них 4 доктора наук и 8 кандидатов наук, а также директора рыбоводных предприятий успешно работающих в отрасли и до настоящего времени. Многие из выпускников работают в НИИ «Госрыбцентр», Верхне-обском территориальном управлении Росрыболовства РФ.

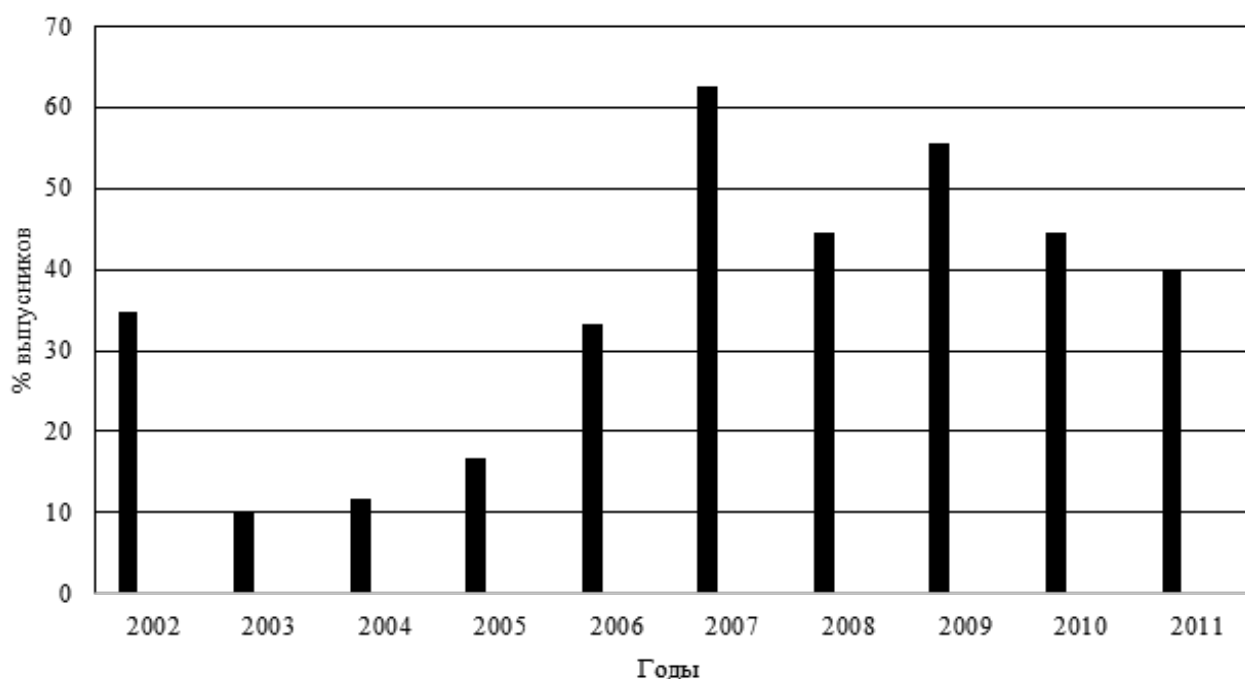


Рис. 1. Закрепление выпускников, выпущенных кафедрой, на производстве по профилю подготовки через 3—5 лет

В 2009 г. в связи с переходом на многоуровневую подготовку в системе высшего образования России, произошли изменения. Набор на направление подготовки «Зоотехния» был снижен до всего 25 человек. Готовить бакалавров в группах малой численности стало экономически не целесообразно. В связи с этим, произошли изменения в системе подготовки специалистов для рыбного хозяйства. Руководство университета считает возможным подготовку специалистов отрасли через магистратуру. На базе направления подготовки магистров «Зоотехния» создан профиль «Рыбоводство и аквакультура» с объёмом 1 620 ч, из них 636 — контактных.

В учебный план входят 13 дисциплин: дисциплины вариативной части — Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры, Биологические основы аквакультуры, Разведение, генетика и селекция рыб, Промышленное рыбоводство, Ихтиопатология, Промысловая ихтиология, Математические методы в биологии, Основы управления водными биоресурсами: дисциплины по выбору 1 блок — Биоресурсы озёр и водоёмов; 2 блок — Биологические основы выращивания гидробионтов, Биотехнология в аквакультуре и 3 блок — Технология и качество продукции аквакультуры, Разведение живых кормов.

Ежегодный приём 5 человек. Все окончившие магистратуру работают в отрасли, из них в Верхнеобьрыбвод — 6 человек, в аспирантуре обучаются 3 человека.

В чём мы видим различия и недостатки систем образования. Основной недостаток на наш взгляд недостаточная практическая подготовка студентов. Если при подготовке специалистов производственная практика после третьего курса была 30 дней, а при переходе с четвёртого на пятый курс около 100 дней — с 1 июня по 10 октября. Студенты направлялись на производство. Участвовали во всех работах на рыбоводных хозяйствах, начиная с нереста. Нерест карповых рыб в Западной Сибири начинается со 2-го июня, при температурах воды в водоёмах 18 °С. И заканчивалась практика в начале октября. В период окончания облова выростных прудов и пересадки рыб на зимовку. Студенты приезжая в рыбоводные хозяйства работали прудовыми рабочими или помощниками бригадира-рыбовода. В связи с тем, что они оформлялись на работу официально, и работали в течение всего периода выращивания рыбопосадочного материала или в бригадах на товарном выращивании двухлетков. Им выплачивалась по заработной плате ежемесячно в виде аванса и конца рыбоводного сезона начисленная по ре-

зультатам выращивания — аккордная. Таким образом, студенты получали практические знания в полном объёме, участвовали в полном цикловом производстве рыбы, закрепляли полученные знания, собирали материал по теме дипломных работ. Кроме того, они сразу же понимали экономические правила управления производством на собственном опыте, через оплату труда. За 2 года производственной практики они осваивали технологию производства рыбы в полном объёме. В конечном итоге были готовы к работе в производстве.

Как правило, студентов направляли работать в передовые полносистемные хозяйства, такие как племрыбхозы «Зеркальный» и «Рыбный» Алтайского края, тепловодное садковое хозяйство индустриального типа при ТЭЦ «Беловское» Кемеровской области, племрыбхоз «Красноозерский» и «Зеркальное» Новосибирской области. В этих же хозяйствах работали научные сотрудники отдела технологии рыбоводства Сибирского научно-исследовательского института животноводства. Велась совместная научная работа, в которой участвовали студенты. Участвовали в селекционно-племенной работе по алтайскому зеркальному карпу: помогали подбирать группы для воспроизводства, бонитировали самцов и самок, отбирали сперму, оплодотворяли икру и т. д. А затем на собранном своими руками материале за две практики и обобщении научных статей писали выпускные квалификационные работы (рис. 3, 4).

В настоящее время подготовка специалистов по рыбному хозяйству в нашем вузе

ведётся на базе бакалавриата. Подготовку начинаем с 1-го курса при чтении дисциплин биология и зоология, ведём профориентацию рассказываем какие специализации возможны по нашей кафедре.

На кафедре работают научные студенческие кружки — Рыбовод и Гидробиолог. Преподаватели работают с каждым студентом индивидуально. В свою очередь студенты вовлечены в научно-исследовательскую работу кафедры. Готовят доклады по работе, которую выполнили сами. Участвуют в конференциях, как внутривузовских, так и в межвузовских. На базе Новосибирского университета в течение многих лет проходит Международная научная студенческая конференция в работе которой участвуют студенты многих вузов Новосибирска и Сибирского региона. Наши студенты были неоднократными победителями. Их работы были представлены для участия на Всероссийском конкурсе на лучшую студенческую работу по биологии.

Обучающиеся в магистратуре, по профилю «Рыбоводство и аквакультура», проходят практику в рыбхозах Сибирского региона, НИИВРБЭ г. Красноярск, в филиалах Госрыбцентрах (Алтайском Байкальском и Новосибирском) в департаментах природных ресурсов и окружающей среды.

Недостатком работы при обучении студентов-рыбоводов базе Зоотехнии является время производственных практик и их длительность. Например, после 2-го курса 2 недели в июле. Нерест уже закончился, молодь пересажена в выростные пруды. Студенты



Рис. 2 Студент пересаживает самку алтайского зеркального карпа после гипофизарной инъекции



Рис. 3. Студенты принимают участие в отборе спермы у самцов карпа

помогают кормить в прудах и один раз участвуют в проведении контрольного облова. Для активизации обучения просим руководителей хозяйств предоставить возможность переписать отчёты по рыбоводству за 3 года. Многие на это не соглашаются — коммерческая тайна. В НИИ, также за столь короткий промежуток ничему не научишь. Отдельные фрагменты исследований.

Практика 3 курса 6 недель с 15 июля по 1 сентября, также как и на 2-м курсе конец сезона выращивания прудовой рыбы в Сибири, т.к. после 20 августа температура воды снижается до 16 °С, рыба фактически перестаёт активно питаться. Облов прудов начинают 1—15 сентября. Таким образом, занимаемся в основном изучение экологии прудов: гидрохимический, температурный режимы, первичная продукция. Участвуем в обловах и учимся считать корма. При этом студентов на работу не берут. Ответственность их снижается. Мотивация к труду и познанию технологии идёт только, через необходимость сбора данных для дипломной работы. Квалификационные работы в основном имеют характер изучения биологии выращиваемых рыб или изучения естественной кормовой базы. Много работ выполняется на материале собранном в ходе научно-исследовательской работы преподавателей кафедры. Обработка собранного материала осуществляется бака-

лаврами и магистрами. Некоторые студенты совмещают научно-исследовательскую работу и аудиторное обучение. Выбирают время и договариваются с работниками НИИ и участвуют в камеральной обработке собранного материала. Мы сотрудничаем с Институтом морфологии и экологии животных РАН выполняя совместные гранты. В работе с нами участвуют наши студенты. В настоящее время совместно с кафедрой генетики ведётся работа по «Изучение возможности появления мопсовидности и карася и карпа под влиянием загрязнения водоёмов поллютантами».

Проводим работы с ветеринарным факультетом по изучению эффективности применения пробиотиков, полученных на основе микрофлоры кишечника рыб.

В этом году был построен и начал работать экспериментальный цех по выращиванию рыб в системе УЗВ. Начаты работы по выполнению научно-исследовательских работ по теме «Разработка технологии интегрированного выращивания товарного карпа за 9 месяцев». В качестве рабочих и лаборантов привлечены студенты разного уровня подготовки. Работают под руководством преподавателей выполняя комплексную научную тематику.

Создана и успешно работает научная школа «Биологические ресурсы водных экосистем и аквакультура» (руководитель д-р

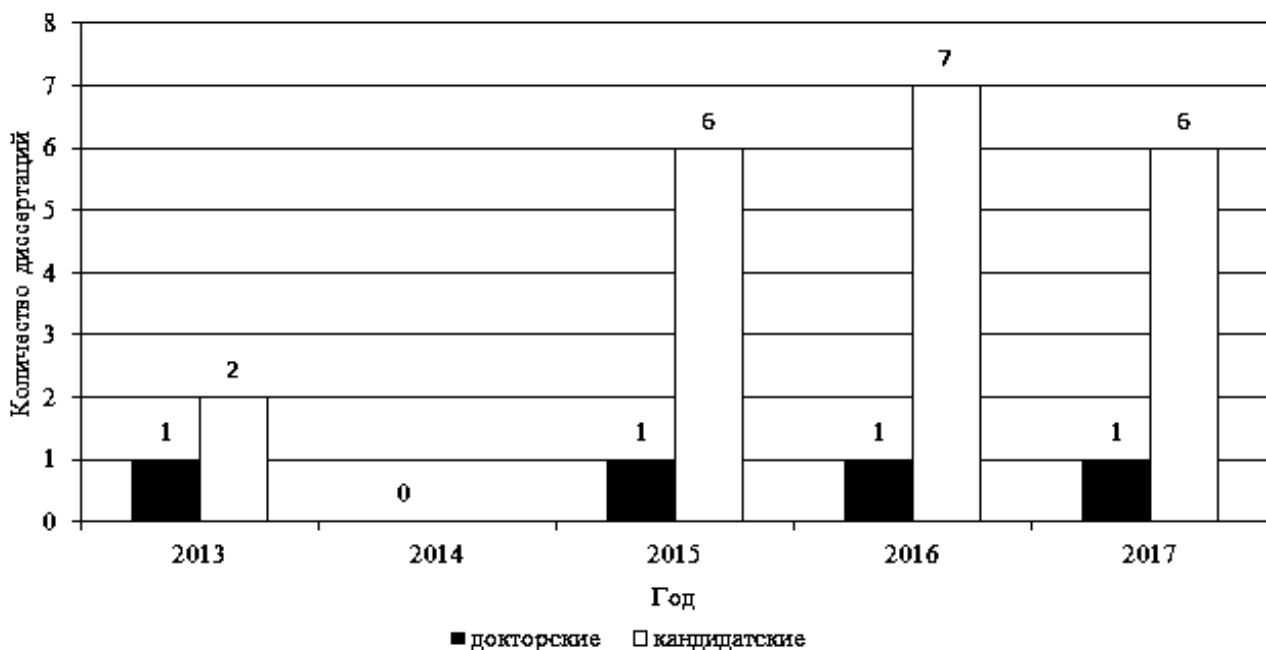


Рис. 4. Количество защищённых диссертаций

биол. наук, профессор И.В. Моружи) её активными участниками являются доктора биол. наук Е.В. Пищенко и Л.В. Веснина. Издано более 600 научных трудов, в том числе 8 монографий и 2 учебника для вузов.

Третья ступень образования аспирантура. В НГАУ более 50 лет назад была организована аспирантура по ихтиологии и гидробиологии. В настоящее время обучается на очном и заочном обучении 8 человек.

С 2011 г. работает диссертационный совет Д 999.181.03 по двум специальностям 03.01.02 — гидробиология и 06.04.01 — рыбное хозяйство и аквакультура. К настоящему

времени в нём защищено 23 кандидатских и 4 докторских диссертации (см. рис. 4)

Кроме того, на базе кафедры ежегодно ведётся повышение квалификации специалистов и руководителей рыбоводных хозяйств региона. Для их переподготовки используются гранты Департамента природных ресурсов и природопользования Новосибирской области. Этот департамент занимается вопросами рыбного хозяйства.

Таким образом, исходя из идеи непрерывного обучения кадров, на базе Новосибирского ГАУ в течение многих лет ведётся подготовка специалистов для рыбного хозяйства.



## Авторский указатель

### А

Абдиназаров Х.Х. 174  
 Абдурахимова А.Н. 174  
 Аблязов Э.Р. 203  
 Абрамчук А.В. 10, 98, 180, 192, 423, 423  
 Абросимова Е.Б. 298, 302  
 Абросимова К.С. 298  
 Абросимова Н.А. 298, 302, 361  
 Авдеева В.М. 15  
 Аганесова Л.О. 318  
 Алдушина Ю.К. 84  
 Амвросов Д.Ю. 305  
 Ануарбеков С.М. 354  
 Аринжанов А.Е. 448  
 Архангельская Е. 365  
 Арчибасов А.А. 311  
 Аубакиров Б.С. 69

### Б

Бадрызлова Н.С. 354  
 Байдук Е.А. 17  
 Баракбаев Т.Т. 21  
 Баяндина Ю.С. 318  
 Бекбергенова В. 408  
 Белецкая М.А. 157  
 Белоус К.А. 253  
 Белялова Л.Э. 432, 436  
 Боймуродов Х.Т. 94, 434  
 Болтачев А.Р. 203  
 Борисова С.Д. 439  
 Бралиева Е.Э. 207  
 Брода М.А. 75  
 Бугранова О.С. 27  
 Букарева О.В. 30  
 Бурлаченко И.В. 328, 377  
 Бухмин Д.А. 234

### В

Валова В.Н. 35  
 Варенцова Е.Ю. 314  
 Василец В.Е. 219  
 Ветров А.М. 331  
 Воробьев А.П. 311

### Г

Гаврилкин А.С. 423  
 Галич Е.В. 408, 414, 419  
 Гинатулина Е.Н. 174  
 Гиригосов В.Е. 318  
 Головин П.П. 324  
 Головина Н.А. 324

Гордеева М.Э. 40  
 Грабчак Н.Ю. 234  
 Гузеева Л.В. 230

### Д

Давидович Н.А. 47, 196, 370  
 Давидович О.И. 44, 196  
 Данилова Е.А. 311  
 Данилюк О.Н. 203  
 Данько Е.К. 50  
 Дач К.Н. 54  
 Дементьев М.С. 57  
 Деушева Г.Г. 432, 436  
 Донченко А.Е. 60  
 Дончик П.И. 278  
 Дорошенко Т.В. 243

### Е, Ё

Евсеева А.А. 63, 69, 188  
 Ёжкин М.А. 328  
 Ерёмин И.Ю. 398  
 Ефимов А.Б. 328

### Ж

Жаворонкова А.М. 75  
 Жильцова Л.В. 79

### З

Занина П.Р. 84  
 Злотников А.С. 105, 113  
 Золотницкий А.П. 90  
 Зотова Е.А. 230  
 Зуевский С.Е. 402

### И

Иваненко А.М. 98  
 Иванов К.П. 123  
 Иззатуллаев З.И. 94, 434  
 Исмаилов А.Э. 98

### К

Казанцева Е.С. 331  
 Калайда А.А. 442  
 Калайда М.Л. 40, 265, 439, 442  
 Камелов А.К. 103  
 Карнаухов Г.И. 105, 109, 113, 118  
 Карпова Е.П. 203  
 Каширин А.В. 109, 113, 222  
 Килякова Ю.В. 448  
 Ким А.И. 120  
 Ким С.И. 184  
 Кириченко О.И. 123  
 Ковригина Н.П. 287  
 Козуб М.А. 430

Колесникова Т.В. 302	Попов А.В. 375
Колесов Н.А. 126	Попов Н.Н. 199
Комарова С.Н. 336	Попова С.Н. 361
Корентович М.А. 341	Порнсопин П. 341
Королькова М.С. 314	Притыкин И.В. 69
Корягина Н.Ю. 358	Прищепа Р.Е. 203
Костыря Ю.С. 275	Пудовкина А.С. 230
Кочкалда Ю.С. 30	Пыльнов В.А. 377
Красноперова Е.А. 131	
Кропачев Д.В. 451	<b>Р</b>
Крупский В.Н. 408, 414	Рауэн Т.В. 318
Крючков В.Г. 346	Рачек Е.И. 381
Кузьминова Н.С. 135	Романов А.А. 207
Кулиш А.В. 138, 142, 148	Русакова М.А. 387
Куцын Д.Н. 226	
Кушникова Л.Б. 354	<b>С</b>
	Савенко А.В. 390
<b>Л</b>	Савицкая С.С. 234
Левинцова Д.М. 138	Саенко Е.М. 138, 164
Лисицкая Е.В. 287	Самотой Ю.В. 226
Львов Ю.Б. 358	Сафиуллин Р.Р. 442
	Сафронов А.С. 402
<b>М</b>	Свидерский В.А. 305
Мажибаева Ж.О. 21	Сергеев С.В. 210, 213
Макаров С.Н. 230	Сергеенко А.А. 142
Макарова Т.Н. 151, 155	Силкин Ю.А. 219
Малиновская Ю.В. 168	Силкина Е.Н. 219
Мальцев В.И. 157	Сирота Ю.В. 222
Мартыненко И.М. 162	Скуратовская Е.Н. 226
Марушко Е.А. 138, 164	Смирнов Д.Ю. 318
Меркулов Я.Г. 408, 414	Сонина Е.Э. 230
Миноранский В.А. 168	Старцев А.В. 234
Мирабдуллаев И.М. 174	Старцева М.Л. 234, 390
Мирошникова Е.П. 448	Статкевич С.В. 391
Моисеенко Д.В. 318	Субботин А.А. 398
Морозова М.А. 361	Суховер К.В. 328
Морузи И.В. 365, 451	Сытник Н.А. 239, 243, 249, 253
Москул Г.А. 10, 180, 192	<b>Т</b>
Мустафаева З.А. 184, 293	Тарасова В.В. 239
Мухрамова А.А. 21	Темрешев И.И. 259
	Терпугова Н.Ю. 394
<b>Н</b>	Троценко О.А. 398
Нагалеvский М.В. 30	
Нигметжанов С.Б. 188	<b>У</b>
	Улжабаева Г.С. 103
<b>О</b>	
Олимова Д.А. 434	<b>Ф</b>
	Филиппова О.П. 402
<b>П</b>	Финюк И.А. 135
Пашинова Н.Г. 10, 180, 192	Фурсенко Е.Б. 402
Петрова Т.Н. 219	
Пиценко Е.В. 365, 451	<b>Х</b>
Подунай Ю.А. 196, 370	Хазипов Н.Н. 442
Полякова С.А. 196	Хамитова М.Ф. 265
Полякова Т.В. 249	

Ханайченко А.Н. 318

Хмель О.О. 271

Хохлова М.А. 387

**Ц**

Цупикова Н.А. 275

Цыганкова Ю. 365

**Ч**

Чакиров С.Р. 90

Чебанов М.С. 408, 414, 419

Черняева В.Н. 219

Черток А.И. 253

Чеснокова И.И. 226

**Ш**

Шаганов В.В. 278

Шакиров А.А. 199

Шахманаев А.В. 375

Шинкаренко Д.Д. 280

Шумейко Д.В. 423

**Щ**

Щерба А.В. 243

Щербакова Н.В. 282

Щуров С.В. 287

**Ю**

Юлдашов М.А. 293

Юшко Л.В. 148

*Научное издание*

## **ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ**

Материалы Всероссийской  
научно-практической конференции,  
приуроченной к 20-летию открытия  
в Кубанском государственном университете  
направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура»

---

Подписано в печать 10.05.18. Печать цифровая. Формат 84×108<sup>1/16</sup>.  
Бумага тип. №1. Гарнитура «LazurskiC». Уч.-изд. л. 35,45.  
Тираж 150 экз. Заказ № 3205.

Кубанский государственный университет  
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

Отпечатано в типографии ООО «М-Графика»  
352690, г. Апшеронск, ул. Ленина, 52 (ул. Ворошилова, 63-а).  
E-mail: mgrafika@mail.ru; тел.: 8 (86152) 2-89-79, факс: 8 (86152) 2-87-96.



Помомаев Г.К.  
доцент



Емельянов М.К.  
доцент



Рыкованов С.Н.  
доцент



Головов В.И.  
профессор



Нелюбовский В.Я.  
проф., доктор С.С.



Кравченко С.Б.  
зам. доцента



Мешин Г.А.  
профессор



Григорьев Е.Р.  
пр. 'Рыбоводство'



Назимовский М.В.  
доцент



Сорокина В.В.  
доцент

**КУБАНСКИЙ**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**

**УНИВЕРСИТЕТ**



Сеникова Мария



Мельникова Юлия



Денисов Олег



Кравцов Сергей



Галаева Елена



Бессонова Мария



Низовский Георгий



Журава Олеся



Павченко Наталья



Курикова Светлана



Антоний Андрей



Зверева Ирина



Пригорова Галина



Яemelko Владимир



Соколова Светлана



Сорокина Ирина



Адджигалов Андрей



Сорокина Ирина



Мамыук Елена



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина

**И АКВАКУЛЬТУРА"**

**"ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ**

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ:**



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина



Сорокина Ирина

2005г.

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Первый выпуск иктиологов-рыбоводов кафедры водных биоресурсов и аквакультуры биологического факультета Кубанского государственного университета