

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ



Краснодар
2026

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Биологический факультет

Кафедра водных биоресурсов и аквакультуры

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

Материалы VII Всероссийской
научно-практической конференции

Краснодар, 29 мая 2026 г.

Краснодар
2026

УДК 639.3(470+571)(075.8)
ББК 47.2(2Рос)я73
В 623

Редакционная коллегия:

Г. А. Москул (отв. редактор), М. В. Нагалеvский, А. В. Абрамчук, А. В. Кулиш,
Н. Г. Пашинова, М. А. Козуб, С. А. Комарова, А. М. Иваненко, А. В. Стуков

В 623 Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции / ответственный редактор Г. А. Москул; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2026. — 107 с.: ил. — 500 экз.
ISBN 978-5-8209-2853-6

Представлены результаты работ, полученные молодыми исследователями различного уровня во взаимодействии с научными руководителями — учёными из ведущих научных организаций Российской Федерации и ближнего зарубежья. Тематика работ касается актуальных проблем изучения биологического разнообразия гидробионтов, охраны и воспроизводства водных биологических ресурсов, аквакультуры.

Адресуются научным работникам, экологам, преподавателям и студентам, специализирующимся в области водных биологических ресурсов и аквакультуры.

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

ISBN 978-5-8209-2853-6

© Кубанский государственный
университет, 2026



ПРЕДИСЛОВИЕ

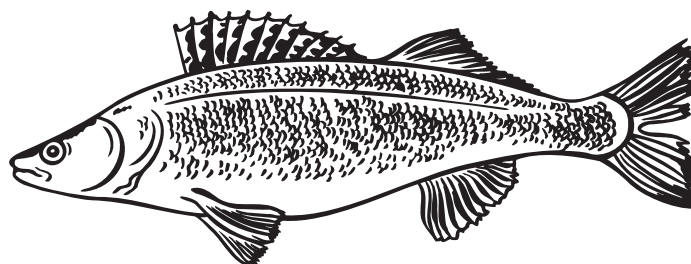
В стенах Кубанского государственного университета 29 мая 2026 г. состоялась VII Всероссийская научно-практическая конференция «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России». Участниками данного научного мероприятия стали более сорока пяти специалистов рыбохозяйственной отрасли и смежных естественно-научных направлений из профильных организаций и учреждений сферы образования, науки и производства. География участников включает в себя семь субъектов Российской Федерации (Краснодарский край, г. Москва, Московская и Ростовская области, город федерального значения Севастополь, Республика Крым и Республика Татарстан).

Целью VII Всероссийской научно-практической конференции «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России» является объединение усилий специалистов в решении актуальных вопросов в области биологии и экологии различных групп водных организмов пресноводных и морских экосистем, а также технологий и объектов аквакультуры. Организация данного научного мероприятия предусматривала возможность заочного и очного участия, в том числе с использованием дистанционных телекоммуникационных технологий.

В предлагаемое издание вошли статьи как молодых исследователей, выполненные под руководством и при непосредственном участии учёных и преподавателей-наставников, так и признанных специалистов, которые возглавляют научные коллективы и, передавая свой опыт, формируют преемственность поколений в научной сфере.

За проявленный интерес и активную работу члены организационного комитета благодарят всех коллег, принявших участие в работе VII Всероссийской научно-практической конференции «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России» и надеются на дальнейшее сотрудничество.

А. В. Абрамчук
*канд. с-х. наук, заведующий кафедрой
водных биоресурсов и аквакультуры
Кубанского государственного университета*



УДК 639.3.034.2

ВОСПРОИЗВОДСТВО ОБЫКНОВЕННОГО ТАЙМЕНЯ (*HUSCHIO TAIMEN* PALLAS, 1773) НА РЕКЕ БАХТА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

М. О. Бахметьева, Е. А. Данилова

*Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)
Астраханского государственного технического университета (ДРТИ ФГБОУ ВО
«АГТУ»), пос. Рыбное, Московская обл., Россия
E-mail: viomira@yandex.ru*

Обыкновенный таймень (*Huscho taimen* PALLAS, 1773) — крупный представитель семейства лососёвых, обитает в реках Сибири, Дальнего Востока, Монголии. Занесён в Красную книгу России и ряда регионов. Из-за сокращения численности вида важное значение приобретает его искусственное воспроизводство, которое включает комплекс мероприятий: от отлова производителей до выпуска молоди в естественные водоёмы.

Биологические особенности: размер тела — до 1,5 м, масса — до 80 кг; нерестится в мае—июне при температуре воды 6—10 °С, половое созревание наступает у самцов в 4—5 лет, у самок — в 5—7 лет; икра крупная, диаметром 5,0—6,5 мм, донная, клейкая; питание молоди: зоопланктон → бентос → мелкая рыба (Атлас ... , 2003).

Материал и методы

В 2025 г. в Эвенкийском районе Красноярского края впервые провели искусственное воспроизводство обыкновенного тайменя на р. Бахте. На базе лагеря «Майгур» от компании ООО «Тунгуска Тур» был создан временный рыборазводный комплекс.

Процесс воспроизводства включал следующие этапы:

1. **Отлов производителей:**
период — во время нерестовых миграций на естественных нерестилищах;
способ — плавные сети с ячейей 50—80 мм, спиннинг;
транспортировка — в специальных контейнерах или полиэтиленовых мешках с обогащённой кислородом водой.

2. **Получение половых продуктов:**

условия — затенённое помещение;
метод отбора икры — сцеживание у самок в пятой стадии зрелости;
оплодотворение — сухим способом со спермой от 3—4 самцов (2—3 мин перемешивания);
промывка икры — 5—6 циклов с заменой воды до прозрачности (освобождение от молок и слизи);
набухание икры — в чистой, часто сменяемой воде (≈ 8 ч);
после процедуры — выдерживание производителей в садках для снятия стресса, затем выпуск в естественную среду.

3. **Инкубация икры и получение личинок:**

оборудование — аппараты Шустера;
загрузка — 20—24 тыс. икринок на аппарат;
установка — группами до 5 аппаратов в лестничном порядке;
расход воды — 2—3 л/мин (обеспечение кислородом);

4. **Выдерживание свободных эмбрионов:**

выход эмбрионов — 80 % от заложенной икры;
место — бассейны для выдерживания или ИЦА 2;
плотность посадки — 10 тыс. шт./м²;
выход личинок после выдерживания — 90 %.

5. **Подращивание личинок:**
место — бассейны ИЦА 2 с прямой проточностью и круговым течением;

начальная масса — до 0,2 г;
плотность посадки — до 6,5 тыс. шт./м² (уменьшение по мере роста);

корма — стартовые комбикорма, декапсулированные яйца *Artemia salina*;

размер крупки — не более 30 % от размера ротового отверстия (начальная фракция № 0);

контрольные замеры — обязательны;

выход молоди — 80 %.

6. Выпуск молоди в естественную среду:

требования — анализ температурного режима, кормности водоёма, стадии развития молоди;

температурный режим — температура воды в бассейнах должна совпадать с температурой водоёма (во избежание температурного шока);

критерии жизнестойкости — высокая масса и хорошее физиологическое состояние.

Результаты

В результате работ в р. Бахта выпустили 5 880 экз. мальков тайменя (Искусственное воспроизводство тайменя // ВНИРО, 2025).

Заключение

Успешная реализация программ искусственного воспроизводства тайменя позволяет существенно снизить риски сокращения популяции этого вида и способствует его долгосрочному сохранению.

Для достижения высоких результатов в искусственном воспроизводстве

тайменя критически важны следующие условия:

— соблюдение температурных режимов — поддержание оптимальных температурных условий на всех этапах выращивания обеспечивает нормальное развитие и выживаемость молоди;

— качественное кормление — сбалансированный рацион с учётом возрастных особенностей рыбы способствует здоровому росту и укреплению иммунитета;

— минимизация стресса при транспортировке — аккуратная и продуманная логистика снижает уровень стресса у рыбы, что напрямую влияет на её выживаемость и дальнейшее развитие.

В долгосрочной перспективе развитие искусственного воспроизводства тайменя может быть реализовано благодаря мероприятиям:

— создание полноцикловых маточных стад — формирование устойчивых репродуктивных групп позволит обеспечить стабильное воспроизводство без зависимости от природных популяций;

— генетический контроль популяций — внедрение генетического мониторинга поможет сохранить биоразнообразие и избежать инбридинга, поддерживая здоровье и жизнестойкость вида;

— расширение сети рыбоводных заводов — увеличение числа специализированных предприятий повысит масштабы воспроизводства и позволит охватить новые регионы обитания тайменя.

Реализация этих мер создаст прочную основу для сохранения тайменя как биологического вида и обеспечит устойчивое развитие рыбоводных программ в будущем.

Библиографический список

Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т. 1 / под ред. Ю.С. Решетникова. — М.: Наука, 2003. — 379 с.

Искусственное воспроизводство тайменя // ВНИРО. Новости за 2025 год. URL: <https://vniro.ru/index.php/ru/novosti/arkhiv-za-2025-god/iskusstvennoe-vosproizvodstvo-tajmenya>.

УДК 597(571.5)+597.1/.5+597.4/.5

**ИХТИОФАУНА АНАПСКИХ ПЛАВНЕЙ:
РЕТРОСПЕКТИВА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ**В. Ю. Бузько¹, М. В. Бузько²¹*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*²*Средняя школа № 73, г. Краснодар, Россия**E-mail: Buzkonmr@mail.ru*

Анапские плавни — группа соединённых общим водотоком озёр болотно-лиманного типа на окраине г.-к. Анапы известны как орнитологический заказник, поэтому подробных научных работ, посвящённых их ихтиофауне практически не имеется. Считается, что основообразующую роль в гидрологии и ихтиофауне Анапских плавней играет р. Анапка, впадающая в Чёрное море на территории г.-к. Анапы, образованная водосбором со стороны гор Семигорья притоками небольших горных рек Котлома и Куматырь. Современная ихтиофауна Анапских плавней представлена видами, типичными для пресных и солоноватых водоёмов Северо-Западного Кавказа, однако имеется ряд особенностей. В Анапских плавнях отсутствует ряд пресноводных рыб (гольяны, быстрянки, речной бычок Родиона, укляя, лещ, густера, жерех, рыбец, чехонь, кавказский голавль), характерных для горных рек Черноморского побережья (Каранаухов, 2019, 2020) и р. Кубани с притоками (Абрамчук, Иваненко, 2018), но имеются в достаточно большом количестве виды эвригалинной ихтиофауны (морские бычки, колюшки и рыбы-иглы). На наш взгляд, для понимания видового разнообразия ихтиофауны Анапских плавней большое значение имеют данные палеогеографии древнего ландшафта и археологии.

Анапские плавни появились сравнительно недавно в результате заиливания конусом выноса р. Анапки существовавшего здесь ранее до конца XVII в. мелководного морского залива (Малышев, Новичихин, 2022), пригодного для навигации каботажных кораблей с неглубокой осадкой (Интернет-ре-

сурс ... , 2017), с гаванью и представляющей собой обширную водную площадь (около 12 км²) южной части ранее существовавшего большого Кубанского палеолимана. Как известно до середины XIX в. левый рукав Кубани впадал в Чёрное море через Кизилташский и Витязевский лиманы, являющиеся частью частично высохшего Кубанского палеолимана. Затем воды данного рукава стали впадать в юго-восточный угол Ахтанизовского лимана и позднее в Азовское море в районе г. Темрюка (Дельта Казачьего Ерика ... , 2022). В настоящее время Анапские плавни состоят из отделённого дамбой с дорогой мелководного Чембурского озера с повышенной солёностью, собственно пресноводных Анапских плавней и дельты р. Анапки, впадающей в Чёрное море. То есть практически Анапские плавни следует считать сильно распреснёнными водами р. Анапки лагунно-морским водоёмом с высокой степенью эвтрофирования или же закрытым лиманом с множеством тростниково-разграниченных плёсов, отделённым от Чёрного моря песчаной косой Анапской пересыпи. С такой точки зрения становится понятным, почему ихтиофауна Анапских плавней достаточно сильно в деталях отличается от ихтиофауны близко-расположенных рек левых притоков-рукавов Кубани (Кубанки, Старой Кубани и Джиги) и соседствующих черноморских лиманов (Кизилташский, Витязевский, Бугазский, Цокур).

Результаты и обсуждение

Современная ихтиофауна в Анапских плавнях по полученным нами данным любительских уловов пред-

ставлена 17 видами рыб, относящихся к 8 семействам (таблица): семейство карповых представлено обыкновенной плотвой (*Rutilus rutilus*), золотым карасём (*Carassius carassius*), сазаном (*Cyprinus carpio*), серебряным карасём (*Carassius auratus gibelio*), краснопёркой (*Scardinius erythrophthalmus*), обыкновенной верховкой (*Leucaspis delineatus*), линём (*Tinca tinca*), белым амуром (*Ctenopharyngodon idella*), белым толстолобиком (*Hypophthalmichthys molitrix*); семейство окунёвых представлено речным окунем (*Perca fluviatilis*) и обыкновенным судаком (*Sander lucioperca*); семейство щуковых — обыкновенной щукой (*Esox lucius*); семейство сомовых — обыкновенным сомом (*Silurus glanis*); семейство бычковых — бычком-песочником (*Neogobius fluviatilis*); семейство игловых — черноморской пухлощёкой иглой-рыбой (*Syngnathus abaster*), семейство колюшковых — трёхиглой (*Gas-*

terosteus aculeatus) и малой южной (*Pungitius platygaster*) колюшками, семейство пецилиевых — хольбрукской гамбузией (*Gambusia holbrooki*); семейство угрёвых — речным угрём (*Anguilla anguilla*).

Оригинальные данные, представленные в таблице, для 1930—1940 гг. и 1970—1980 гг. получены нами на основании опросов с 1987 по 2026 гг. местных жителей представителей трёх поколений нескольких анапских семей, занимающихся любительским рыболовством в акватории Анапских плавней, а данные за 1990—2000 гг. и 2020—2025 гг. получены на основании анализа собственных любительских уловов с 1986 г. и с помощью многочисленных ежегодных подводных наблюдений рыб с помощью легководолазного комплекта № 1 с 1990 г.

Виды-реолимнофилы (плотва, щука, окунь, серебряный карась, сазан) распространены преимущественно в пределах глубинных участков Анапских

Изменение состава ихтиофауны Анапских плавней по периодам

Вид рыб	1930—1940	1960—1970	1990—2000	2020—2025
1. Обыкновенная плотва	++	+	++	++
2. Сазан / карп	+++	+	++	+
3. Золотой карась	+++	++	++	+
4. Серебряный карась	—	—	++	+++
5. Краснопёрка	++	+	++	++
6. Верховка	+	+	+	+
7. Линь	++	++	++	+
8. Вьюн	++	+	+	—
9. Белый амур	—	—	+	+
10. Белый толстолобик	—	—	++	+
11. Кавказский пескарь	+	+	—	—
12. Речной окунь	+	+	++	++
13. Обыкновенный судак	+	+	+	+
14. Обыкновенная щука	++	++	+++	++
15. Бычок-песочник	+	+	++	+
16. Бычок-кругляк	+	+	—	—
17. Бычок-травяник	+	++	+	—
18. Бычок-рыжик	+	++	—	—
19. Бычок-цуцик	?	?	+	?
20. Звёздчатая пуголовка	?	+	+	?
21. Трёхиглая колюшка	+	+	++	++
22. Малая южная колюшка	+	+	+++	++
23. Хольбрукская гамбузия	—	+	++	+++
24. Речной угорь	+	+	++	+

плавней, тогда как типичные лимнофилы (краснопёрка, линь, карп) обитают практически на большинстве участков Анапских плавней, даже на мелких участках с глубинами 40—60 см. Тем не менее, значимым фактором дифференциации рыбного населения в Анапских плавнях в тёплый период года выступает температурная стратификация водной толщи. По данным наших подводных наблюдений на глубоких участках в донных более холодных слоях концентрируется основная ихтиомасса, состоящая из представителей семейств карповых и окунёвых. На сегодняшний день, наиболее эврибионтные представители семейства карповых (серебряный карась, плотва, краснопёрка, сазан / карп) определяют основную ихтиомассу в Анапских плавнях.

Следует отметить, что на протяжении XX в. ихтиофауна Анапских плавней достаточно сильно менялась, исчезли выюн и некоторые виды бычков, широко распространённых в близко расположенных Кизилташском и Витязевском лиманах. В свою очередь, в результате непреднамеренной интродукции из прудов, расположенных на впадающие в

плавни реках Куматырь и Котлома из за половодных переливов в Анапские плавни в 1960—1970 гг. попал карп, а позднее появились серебряный карась, белый амур и белый толстолобик.

Карп одно время являлся многочисленным представителем ихтиофауны в нижнем участке плавней и дельте р. Анапки. Серебряный карась хорошо прижился, размножается и обитает группами по 5—8 экз. на глубоких участках плавней, достигая веса до 1,2 кг. Экземпляры белого амура достигали в Анапских плавнях массы до 13 кг, а толстолобика — до 10—11 кг.

Также следует отметить, что последние годы систематически через устье р. Анапки в нижнюю зону Анапских плавней входили небольшими группами азово-черноморские кефали (преимущественно сингиль — *Mugil auratus*, остронос — *Liza saliens*, пиленгас — *Liza haematocheilus* и реже лобан — *Mugil cephalus*), для которых нагул в лиманах/лагунах является биологической необходимостью (Комплексная оценка ... , 2016), чего сейчас не наблюдается из-за полной изоляции устья от моря плотной со сливной трубой в начале 2025 г.

Библиографический список

Абрамчук А.В., Иваненко А.М. Ихтиофауна бассейна Кубани: учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. — 195 с.

Дельта Казачьего Ерика — Переволоки (Дельта Кубани) в голоцене / Н.А. Тюнин, В.Р. Беляев, Д.М. Лобачева, Д.В. Семиколенных // Вестник Московского университета. Сер.: 5. География. — 2022. — № 6. — С. 140—148.

Интернет-ресурс gorgippia-antiqua.ru: городской центр Боспора, исследователи, проблемы музеефикации / Д.И. Жеребятъев, С.В. Королева, А.А. Малышев, В.В. Моор, А.М. Новичихин // Исторические исследования. — 2017. — № 8. — С. 234—248.

Карнаухов Г.И. Биоценозы малых рек Краснодарского края // Международный научно-исследовательский журнал. — 2020. — № 10 (100). — С. 71—79.

Карнаухов Г.И. Биоценозы некоторых черноморских рек // Международный научно-исследовательский журнал. — 2019. — № 4 (82). — С. 82—85.

Комплексная оценка экологического состояния Кизилташских лиманов в 2011 году / М.В. Медянкина, Т.А. Самойлова, Е.С. Дмитриева [и др.] // Вопросы рыболовства. — 2016. — Т. 17, № 2. — С. 165—181.

Малышев А.А., Новичихин А.М. К истории и археологии южной части Синдикы // Сибирские исторические исследования. — 2022. — № 3. — С. 213—240.

УДК 597(571.5)+597.1/.5+597.4/.5

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ ПСЕКУПСВ. Ю. Бузько¹, М. В. Бузько²¹Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия²Средняя школа № 73, г. Краснодар, Россия

E-mail: Buzkonmr@mail.ru

Река Псекупс относится к левобережным притокам Кубани со специфической ихтиофауной (Абрамчук, Иваненко, 2018; Москул, 2021). Гидрологические особенности р. Псекупс характеризуют её как горную на верхнем и среднем участке, что приводит к практическому отсутствию пойменных нерестилищ. Верхний участок Псекупс от ст-цы Фанагорийской до г.-к Горячий Ключ характеризуется малыми глубинами не более 1,4—1,6 м, высокими скоростями течения водного потока, и сравнительно низкими температурами воды, даже в летнее время. В свою очередь, нижний участок р. Псекупс от хут. Молькина до впадения в Краснодарское вдхр. с гидрологическими характеристиками равнинной реки из-за наличия защитной обваловки берегов также не имеет в значимом количестве пойменных нерестилищ. Питание р. Псекупс преимущественно обусловле-

но (Онищук, Игнатенко, Кочетова, 2020) атмосферными осадками при значительной роли грунтового источника питания и при отсутствии ледникового питания, что приводит к достаточно резким повышениям уровня воды и скоростей течения при сильном возрастании мутности в верхнем и среднем течении из-за атмосферных осадков. В нижнем течении воды Псекупса обладают в тёплый сезон высокими значениями мутности, по-видимому, из-за интенсивного развития фитопланктона и высокого уровня гуминовых веществ.

Современная ихтиофауна р. Псекупс по полученным нами данным собственных любительских уловов за 2024—2026 гг. (216 экз. исследованных рыб) и подводных наблюдений рыб с помощью подводной видеокамеры (> 100 экз.), представлена 33 видами рыб, относящимися к 6 семействам (таблица).

Современный видовой состав ихтиофауны р. Псекупс

Вид рыбы	Участок реки			
	Верхний	Средний	Средний (Сергеев, 2025)	Нижний
1	2	3	4	5
Азово-черноморская шемая (<i>Chalcalburnus chalcoides mento</i>)	—	+	+	+
Афипсский елец (бекас) (<i>Squalius ahipsi</i>)	+	+	—	—
Жерех (<i>Aspius aspius</i>)	—	—	—	+
Обыкновенный голавль (<i>Leuciscus cephalus</i>)	+	+	—	+
Кавказский голавль (<i>Leuciscus cephalus orientalis</i>)	+	+	+	—
Кубанский подуст (<i>Chondrostoma colchicum kubanicum</i>)	+	+	+	—
Кубанский усач (<i>Barbus tauricus kubanicus</i>)	—	+	+	—
Обыкновенный рыбец (<i>Vimba vimba vimba</i>)	—	+	+	+
Малый рыбец (<i>Vimba vimba tenella</i>)	+	+	—	+
Лещ (<i>Abramis brama</i>)	—	—	—	+
Плотва (<i>Rutilus rutilus</i>)	—	+	+	+
Сазан (<i>Cyprinus carpio</i>)	—	+	+	+

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
Краснопёрка (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	—	+	+	+
Верховка (<i>Leucaspis delineates</i>)	—	—	—	+
Густера (<i>Blicca bjoerkna</i>)	—	+	+	+
Кубанская быстрянка (<i>Alburnoides kubanicus</i>)	+	+	—	—
Серебряный карась (<i>Carassius auratus gibelio</i>)	—	+	+	+
Серебряный карась китайский (<i>Carassius auratus auratus</i>)	+	—	—	—
Уклея (<i>Alburnus alburnus</i>)	—	+	+	+
Чехонь (<i>Pelecus cultratus</i>)	—	+	+	+
Щука (<i>Esox lucius</i>)	—	+	+	+
Кубанский пескарь (<i>Gobio kubanicus</i>)	—	+	+	—
Обыкновенная щиповка (<i>Cobitis taenia</i>)	—	+	+	—
Обыкновенный вьюн (<i>Misgurnus fossilis</i>)	—	—	+	—
Европейский сом (<i>Silurus glanis</i>)	—	—	—	+
Обыкновенный судак (<i>Sander lucioperca</i>)	—	—	—	+
Берш (<i>Sander volgensis</i>)	—	—	—	+
Речной окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)	—	+	+	+
Обыкновенный ёрш (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)	—	—	—	+
Ёрш-носарь (<i>Gymnocephalus acerinus</i>)	—	+	+	+
Бычок-песочник (<i>Neogobius fluviatilis</i>)	—	+	+	+
Бычок-бубыр (<i>Knipowitschia caucasica</i>)	—	+	—	+
Кавказский речной бычок (<i>Ponticola constructor</i>)	+	+	—	—

Запретные к вылову и охраняемые виды рыб были в прилове и после визуального опознавания отпускались в водную среду, как и представители видов не достигшие минимально разрешённого к вылову размера.

В ихтиоценозе р. Псекупс по количеству видов на всех участках доминирующим семейством являются Cyprinidae. На верхнем участке обитает 8 видов и в количественном соотношении преобладают: кавказский речной бычок, малый рыбец, кавказский голавль, кубанская быстрянка, афипский елец. Следует отметить наличие на участке от ст-цы Безымянной до Долины очарования факта поимок в 2025 г. 3 специфичных экземпляров карася, определённых по совокупности признаков как китайский серебряный карась (дикая золотая рыбка). На первый взгляд, верхний участок Псекупса в большинстве мест характеризуется низкой кормностью акватории, что должно приводить к высокой пищевой конкуренции разных видов. Нами неод-

нократно наблюдались ситуации в которых быстрянки отгоняли речных бычков от подаваемого корма в зоне прикормки. Также в 2026 г. нами наблюдались ситуации, когда малый рыбец в составе небольшой стаи в течении нескольких минут полностью изгонял с зоны вылова быстренок, а обыкновенный голавль интенсивно разгонял с зоны своего кормления речных бычков. Однако нами наблюдались ситуации, когда на участке реки в несколько квадратных метров достаточно мирно соседствовали особи кавказского голавля и более редко встречающегося обыкновенного голавля, что говорит о специфичных симпатрических отношениях между разными видами голавля в р. Псекупс.

На среднем участке течения р. Псекупс от Долины очарования до хут. Молькина с относительно средней скоростью течения (Онищук, Игнатенко, Кочетова, 2020) обитает 24 вида и в количественном соотношении преобладают — плотва, густера, серебряный карась, уклея, что

согласуется с ранними данными (Сергеев, 2025). Это вероятнее всего связано с появлением достаточного по толщине богатого органическими остатками слоя ила в донных отложениях, соответствующим развитием личинок хирономид в нем и появлению участков макрофитов, подходящих для обитания перечисленных видов Cyprinidae.

На нижнем участке течения р. Псекупс по нашим данным обитает 23 вида и в количественном соотношении по данным любительских уловов преобладают лимнобентофаги — серебряный карась, густера, плотва, речной окунь, обыкновенный ёрш и бычок-песочник. Таким образом, представители семейства окунёвых составляют практическую конкуренцию карповым видам лишь в нижнем течении Псекупса. Это вероятнее всего связано с наличием на этом участке зон с большими глубинами и песчаным / песчанно-глинистым дном наряду с достаточной кормовой базой в виде бентических организмов и ихтиоре-

сурсов в виде личинок и мальков и рыб, поскольку известно, что некоторые виды рыб из Краснодарского вдхр. приходят на нерест в нижний участок Псекупса. В целом, нижний участок р. Псекупс характеризуется максимальной долей и ихтиомассой хищных видов рыб (окунь, щука, жерех, судак, сом) по сравнению со средним участком реки и особенно верхним, в котором из хищных видов обитает только обыкновенный и кавказский голавли.

Рассчитанные значения индекса Маргалефа (Юрченко, 2019), характеризующего видовое богатство на исследованных нами участках р. Псекупс, составляют: верхний участок — 2,96; средний участок — 5,59; нижний участок — 5,20. Таким образом, по полученным нами данным средний участок течения Псекупса от начала г.-к Горячий Ключ до хут. Молькина обладает наибольшим разнообразием ихтиофауны, превосходя в этом отношении нижний участок, граничащий с Краснодарского вдхр.

Библиографический список

- Абрамчук А.В., Иваненко А.М. Ихтиофауна бассейна Кубани: учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. — 195 с.
- Биоразнообразие и способы его оценки: учеб. пособие / В.В. Корунчикова, И.С. Белюченко, Ю.Ю. Никифорова [и др.]. — Краснодар: КубГАУ, 2018. — 85 с.
- Москул Г.А. Рыбы водоёмов бассейна Кубани: определитель. — 2-е изд., испр. и доп. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021. — 312 с.
- Онищук С.А., Игнатенко Д.А., Кочетова А.В. Математическое описание среднегодовой динамики уровня воды в реке Псекупс // Фундаментальные и прикладные науки сегодня: материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф. — Morrisville: Lulu Press Inc., 2020. — С. 9—12
- Сергеев Н.А. Современное состояние биоценозов левобережных притоков реки Кубань в рамках рыбохозяйственной характеристики // Вестник науки. — 2025. — Т. 1, № 3 (84). — С. 688—697.
- Юрченко И.С. Видовое разнообразие паразитов рыб, обитающих в водоёмах и водотоках Полесского государственного радиационно-экологического заповедника // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. — 2020. — № 3 (120). — С. 99—104.

УДК 597(571.5)

**К ВОПРОСУ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИХТИОФАУНЫ
РЕКИ КУБАНЬ НА УЧАСТКЕ НИЖЕ ПЛОТИНЫ
КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**В. Ю. Бузько¹, М. В. Бузько², А. В. Абрамчук¹, И. В. Сухно³¹*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия*²*Средняя школа № 73, г. Краснодар, Россия*³*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
г. Краснодар, Россия**E-mail: Buzkonmr@mail.ru*

Река Кубань с её притоками является одной из крупнейших речных систем на Северном Кавказе. Среднее и нижнее её течение, а также большая часть притоков находятся в пределах Краснодарского края, для которого Кубань является главной водной магистралью (Нагалеvский, Чистяков, 2003). Сток русла реки и её притоков зарегулирован 18 водохранилищами с суммарным объёмом более 3,7 млрд м³ и площадью более 640 км², что существенным образом сказалось на условиях обитания водных биологических ресурсов, их количественных и качественных показателях. На протяжении всего течения р. Кубани сохраняется высокая напряжённость экологических факторов среды из-за интенсивной антропогенной нагрузки не только на сами русла водотоков, но и на их водоохранные зоны (поступление сточных вод, водозабор, ННН-промыслов и др.) (Пескова, 2015; Абрамчук, Иваненко 2018; Morphobiological and Ecological ... , 2026).

Биологические ресурсы южных регионов России и их рыбохозяйственное освоение имеют высокое фундаментальное и прикладное значение. Начало изучения ихтиофауны бассейна Кубани относится ко второй половине XIX в., когда экспедиция Российского географического общества в 1862—1864 гг. провела изучение ихтиофауны лиманов дельты Кубани (Данилевский, 1871). В последующие годы видовой состав рыбообразных и рыб, их экологические и биологические характеристики изучались с учётом изменяющихся

условий среды и уровня хозяйственной деятельности общества (Москул, Пашинова, 2016).

Современный состав ихтиофауны бассейна р. Кубани имеет существенные отличия от исходного, характерного для до зарегулированного стока, и представлен 88 видами рыб, среди которых встречаются как массовые, повсеместно распространённые, так и единично встречающиеся туводные, морские, полупроходные, проходные, акклиматизируемые (канальный сомик, гамбузия, пиленгас, тилapia, кутум, веслонос, большеротый буффало, чёрный амур, белый амур, белый толстолобик, пёстрый толстолобик и др.), реакклиматизируемые (шип, стерлядь) и самоакклиматизируемые виды (берш, чебачок, горчак, медака и др.) (Москул, Пашинова, 2016).

Материал и методы

Исследования ихтиофауны р. Кубани в заливной зоне ниже плотины Краснодарского вдхр. на участке старого русла р. Кубани до начала Пашковского переката были проведены нами с мая по конец декабря 2025 г. (20 экспериментальных обловов), в январе 2026 г. со льда (2 облова) и с марта по май 2026 г. (9 экспериментальных обловов). Среди всего побережья р. Кубани на протяжении г. Краснодара исследованная акватория характеризуется наименьшим уровнем загрязнённости по основным параметрам, за исключением уровня общего железа, по сравнению с другими лежащими ниже по

течению участками с общим уровнем «очень загрязнённая вода» (Решетняк, Комаров, 2021).

Сбор ихтиологического материала в каждом 3-часовом экспериментальном облове осуществляли путём любительской ловли поплавочными, донными или зимними удочками с крючковой оснасткой на живые наживки (олигохеты разных видов, личинки мясной мухи, мальки уклейки / густеры) на двух-трёх участках акватории. Пойманных рыб разбирали по видам, подсчитывали, взвешивали на электронных весах с точностью до 0,1 г, с помощью измерительных линеек и цифрового штангенциркуля измеряли основные размеренные меристические признаки. Видовую идентификацию рыб проводили по соответствующим определителям (Абрамчук, Иванеко, 2018; Москул, 2021). Рыб, запрещён-

ных к вылову по видовым и (или) размерным характеристикам сразу же после измерений выпускали в водоём в точках на удалении 25—30 м от места вылова во избежание вероятности повторного вылова.

Результаты и обсуждение

Современная ихтиофауна в р. Кубань в подплотинной зоне ниже Краснодарского вдхр. по полученным нами данным любительских уловов (1 037 экз.) представлена 21 видом рыб, относящихся к 5 семействам (таблица): семейство Карповые (Cyprinidae) представлено обыкновенной уклейкой (*Alburnus alburnus*), обыкновенным жерехом (*Aspius aspius*), обыкновенной плотвой (*Rutilus rutilus*), серебряным карасём (*Carassius auratus gibelio*), густерой (*Blicca bjoerkna*), обыкновенной верховкой (*Leucaspis delineatus*),

Результаты любительских обловов акватории р. Кубань в 2025—2026 гг.

Вид	N, экз.	Доля в уловах, %	Фактор Фультона (K _F)
Семейство Карповые — Cyprinidae RAFINESQUE, 1810			
1. Обыкновенная уклейка — <i>Alburnus alburnus</i> (LINNAEUS, 1758)	194	18,71	1,3—1,8
2. Обыкновенный жерех — <i>Aspius aspius</i> (LINNAEUS, 1758)	171	16,49	1,1—3,2
3. Обыкновенная плотва — <i>Rutilus rutilus</i> (LINNAEUS, 1758)	49	4,73	1,4—2,1
4. Серебряный карась — <i>Carassius gibelio</i> (BLOCH, 1782)	44	4,24	2,6—2,8
5. Густера — <i>Blicca bjoerkna</i> (LINNAEUS, 1758)	27	2,60	1,4—2,2
6. Обыкновенная верховка — <i>Leucaspis delineatus</i> HECKEL, 1843	12	1,16	1,4—1,7
7. Краснопёрка — <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (LINNAEUS, 1758)	8	0,77	1,9—2,3
8. Обыкновенный лещ — <i>Abramis brama</i> (LINNAEUS, 1758)	5	0,48	1,8—2,0
9. Кавказский голавль — <i>Squalius cephalus orientalis</i> NORDMANN, 1840	3	0,29	1,8—2,1
Семейство Окунёвые — Percidae RAFINESQUE, 1815			
10. Речной окунь — <i>Perca fluviatilis</i> LINNAEUS, 1758	353	34,04	1,4—2,7
11. Обыкновенный ёрш — <i>Gymnocephalus cernuus</i> (LINNAEUS, 1758)	38	3,66	2,0—2,6
12. Обыкновенный судак — <i>Sander lucioperca</i> (LINNAEUS, 1758)	4	0,39	1,1—1,4
Семейство Бычковые — Gobiidae CUVIER, 1816			
13. Бычок-песочник — <i>Neogobius fluviatilis</i> (PALLAS, 1814)	76	7,33	1,3—1,6
Семейство Щуковые — Esocidae CUVIER, 1816			
14. Обыкновенная щука — <i>Esox lucius</i> LINNAEUS, 1758	53	5,11	0,9—1,2

краснопёркой (*Scardinius erythrophthalmus*), лещом (*Abramis brama*), черноморско-азовской шемаёй (*Alburnus mento*), рыбцом (*Vimba vimba*), белым амуром (*Ctenopharyngodon idella*), кавказским голавлём (*Squalius cephalus orientalis*); семейство Окунёвые (Percidae) — речным окунём (*Perca fluviatilis*), обыкновенным ершом (*Gymnocephalus cernuus*), обыкновенным судаком (*Sander lucioperca*); семейство Щуковые (Esocidae) — обыкновенной щукой (*Esox lucius*); семейство Сомовые (Siluridae) — обыкновенным сомом (*Silurus glanis*); семейство Бычковые (Gobiidae) — бычком-песочником (*Neogobius fluviatilis*) и бычком Книповича (*Knipowitschia longicaudat*).

Следует отметить, что такие виды рыб как черноморско-азовская шемая (*Alburnus mento*), рыбец (*Vimba vimba*), белый амур (*Ctenopharyngodon idella*) и европейский сом (*Silurus glanis*) в ходе исследования встречались лишь в единичных экземплярах. По этой причине, они в таблицу не внесены, как и 2 экз. бычка Книповича (*Knipowitschia longicaudat*) и 2 экз. обыкновенного горчака (*Rhodeus sericeus*).

Большинство пойманных на исследованном участке р. Кубани видов рыб (уклейка, жерех, густера, лещ, краснопёрка, верховка, судак, сом) относятся к понтическому пресноводному комплексу. К бореально-равнинному комплексу относятся 6 видов пойманных рыб (окунь, щука, ёрш, плотва, серебряный карась), а к бореально-предгорному комплексу — кавказский голавль.

Полученные нами данные по встречаемости различных видов рыб в любительских уловах на исследованной акватории подплотинной зоны Краснодарского вдхр. можно сравнить с данными видового разнообразия рыб Краснодарского (69 видов) и Шапсугского (29 видов) вдхр. на момент 1985—1995 гг. (Москул, 1995). Также по имеющимся данным, в устье р. Белой, впадавшей в

р. Кубань до строительства водохранилища на момент конца 1960-х гг. насчитывалось 25 видов рыб (Чижов, Абавев, 1968).

В наших уловах на исследованном участке акватории наиболее многочисленной рыбой был речной окунь (*Perca fluviatilis*), субдоминантом по численности являлась обыкновенная уклейка (*Alburnus alburnus*). По биомассе в исследованной акватории доминировали хищные рыбы — обыкновенная щука (*Esox lucius*), речной окунь (*Perca fluviatilis*) и обыкновенный жерех (*Aspius aspius*).

Согласно полученным нами данным, обыкновенная уклейка — самый распространённый вид среди рыб семейства Cyprinidae в р. Кубань в подплотинной зоне Краснодарского вдхр. Поскольку, обыкновенная уклейка типичный пелагиальный зоопланктофаг, то её высокая численность характеризует достаточно высокое количество зоопланктона в исследованной акватории. Тем не менее, с учётом средней массы выловленных в ходе исследования рыб семейства Cyprinidae, основную биомассу среди карповых (67,2 % по массе) для исследованной акватории составляет обыкновенный жерех. Этот факт, вероятнее всего, отражает наблюдаемое снижение численности обыкновенного судака, берша и чехони в исследованной акватории в последние 5—7 лет. По-видимому, именно из-за резкого снижения численности обыкновенного судака, берша и чехони, интенсивно питавшихся молодью уклейки, освободившееся место в трофической цепи было занято обыкновенным жерехом и речным окунем.

Рассчитанный индекс видового разнообразия Шеннона (H'), характеризующий видовую структуру ихтиосообщества, для исследованной акватории р. Кубани с наблюдаемым 21 видом рыб составляет 1,97, а индекс Маргалефа, характеризующий видовое богатство исследованной акватории, составляет 3,02.

Библиографический список

Абрамчук А.В., Иваненко А.М. Ихтиофауна бассейна Кубани: учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. — 195 с.

Данилевский Н.Я. Исследования о состоянии рыболовства в России. Т. 8: Описание рыболовства на Чёрном и Азовском морях. — СПб.: Министерство государственных имуществ, 1871. — 316 с.

Нагалецкий Ю.Я., Чистяков В.И. Физическая география Краснодарского края: учеб. пособие. — Краснодар: Северный Кавказ, 2003. — 2-е изд., испр. и доп. — 256 с.

Пескова Т.Ю. Динамика ихтиофауны реки Лаба и её притоков за последние 25 лет // Экологические проблемы бассейнов крупных рек — 6: материалы Междунар. конф., приуроч. к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции / отв. ред. Г.С. Розенберг, С.В. Саксонов. — Тольятти: Анна, 2018. — С. 238—240.

Москул Г.А. Биологические основы рыбохозяйственного освоения внутренних водоёмов Северного Кавказа: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.10 / ВНИИ прудового рыбного хозяйства. — М., 1995. — 51 с.

Москул Г.А. Рыбы водоёмов бассейна Кубани: определитель. — 2-е изд., испр. и доп. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021. — 312 с.

Москул Г.А., Пашинова Н.Г. Современная ихтиофауна бассейна реки Кубани // Академику Л.С. Бергу — 140 лет: сб. науч. ст. — Бендеры: Eco-TIRAS, 2016. — С. 438—441.

Решетняк О.С., Комаров Р.С. Тенденции изменчивости химического состава и степени загрязнённости воды реки Кубань // Вода и экология: проблемы и решения. — 2021. — Вып. 1 (85). — С. 30—40.

Чижев Н.И., Абаев Ю.И. Рыбы водоёмов Краснодарского края. — Краснодар: Кн. изд-во, 1968. — 95 с.

Morphobiological and Ecological Characteristics of the Common Perch (*Perca fluviatilis* L.) in the Sub-Dam Zone of the Krasnodar Reservoir // V. Buzko, M. Buzko, I. Sukhno, E. Maxim, D. Yurin // BIO Web of Conferences. — 2026. — Vol. 238. — Art. 02008.

УДК 574(262.5)

**БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПЕСКА, ПОДВЕРГШЕГОСЯ ЗАГРЯЗНЕНИЮ
МАЗУТОМ В РЕЗУЛЬТАТЕ КРУШЕНИЯ ТАНКЕРОВ
В ЧЁРНОМ МОРЕ В ДЕКАБРЕ 2024 ГОДА**

А. Н. Винокурова, М. А. Козуб

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: mariya.kozub@mail.ru*

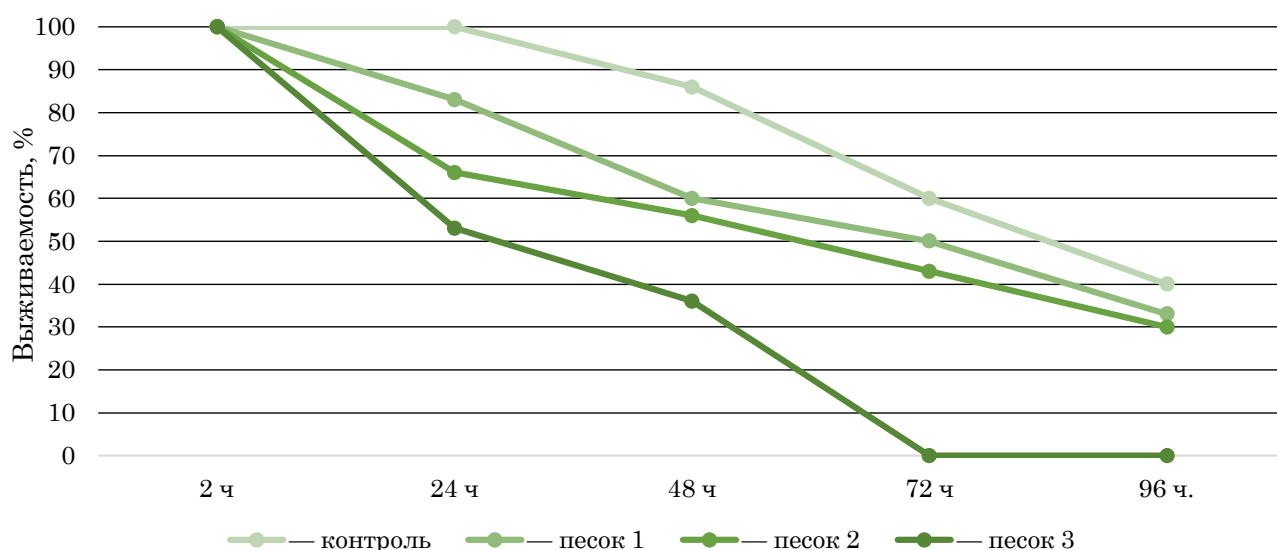
Одним из последствий экологической катастрофы в г.-к. Анапе, вызванной разливом тысяч тонн мазута из-за крушения танкеров в Керченском проливе в декабре 2024 г., являются большие объёмы собранного песка, загрязнённого мазутом. Такой песок — это потенциальная угроза для разнообразных экосистем. Например, его хранение, транспортировка и переработка могут быть причиной загрязнения даже пресноводных экосистем.

Многие компоненты мазута, включая тяжёлые углеводороды и полициклические ароматические соединения, прочно сорбируются на минеральных частицах, меняют степень окисления и токсичность в зависимости от гидрохимических и температурных условий. Поэтому дополнение химических методов биотестированием позволяет получить целостное представление о загрязнении при осуществлении экологического мониторинга (Другов, Родин, 2017; Коршунова, Логинов, 2019), а также оценить эффективность применяемых технологий ликвидации последствий разливов нефтепродуктов, служит подтверждением достаточности проведённых работ (Строганов, Колосова, 1975).

В нашей работе мы дали экотоксикологическую оценку песка, который был собран при ликвидации последствий разлива нефтепродуктов танкеров в Чёрном море. Кроме того, мы оценили эффективность просеивания песка как способа снижения его токсичности на основе данных биотестирования, а также выявляли возможности применения метода биотестирования на различных этапах ликвидации последствий разлива мазута в Керченском проливе.

Материал и методы

Применяемые методы биотестирования осуществляли согласно Приказу Росрыболовства от 04.08.2009 № 695 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». Из данного документа использованы базовые требования к условиям проведения опытов, организации контроля, продолжительности экспозиции и регистрации биологических откликов. Биотестирование было проведено на тест-объектах разных трофических звеньев: фитопланктоне, зоопланктоне, макрофитах и зообентосе. Такой подход позволяет оценить интегральную токсичность мазутного загрязнения, а также спрогнозировать последствия для ключевых функциональных звеньев экосистемы. Биотестированию были подвергнуты следующие образцы: песок, без загрязнения мазутом (песок 1); песок, загрязнённый мазутом и подвергшийся очистке методом просеивания (песок 2); песок, загрязнённый мазутом и не подвергшийся никакой очистке (песок 3). Также иногда использовали контроль, в котором тест-объекты были помещены только в воду. Песок, подвергнувшийся загрязнению мазутом, был собран в прибрежной зоне пляжа Джемете (г.-к. Анапа) в феврале 2025 г. Песок в качестве контроля также отбирали в этой точке, но в месте, удалённом от выброса мазута. Биотестирование для каждого образца песка с каждым тест-объектом было проведено в трёх повторностях.

Рис. 1. Выживаемость *Daphnia magna*

Результаты и обсуждение

Биотестирование на зоопланктонных ракообразных было проведено с использованием пресноводной *Daphnia magna* (STRAUS, 1820) и солоноводной *Artemia salina* (L., 1758). В непросеянном песке 100-процентная смертность *D. magna* наступала на 3-и сутки (рис. 1). К этому периоду смертность в просеянном песке составляла 57 %, что было выше значений этого показателя в образцах с водой и с незагрязнённым мазутом песком. Выживаемость тест-объекта в просеянном песке была выше в среднем на 25 %, чем в непросеянном песке.

При биотестировании с науплиусами *A. salina* получены аналогичные данные. В непросеянном песке 100-процентная смертность регистрировалась раньше, чем в других образцах. Выживаемость этого тест-объекта в просеянном песке была выше в среднем на 16 % по сравнению с непросеянным песком (рис. 2).

Биотестирование на ряске *Lemna minor* (L., 1753) проводили с визуальной оценкой состояния лопастей и развития корней, с подсчётом количества лопастей и измерением их длины (табл. 1, рис. 3). В ходе биотестирования прослеживалась прямая связь между

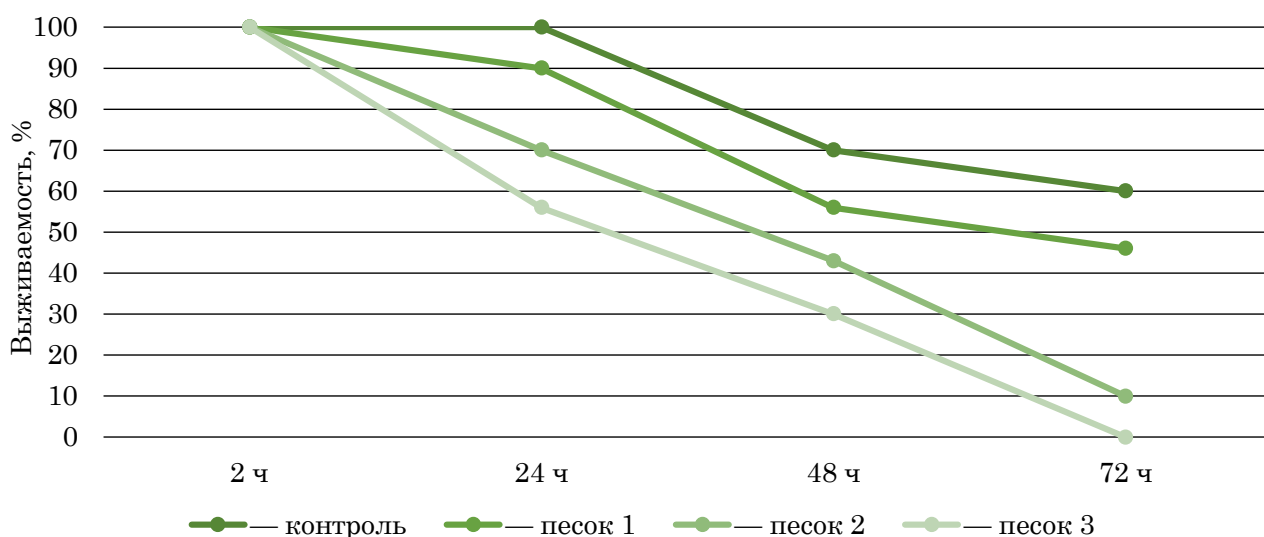
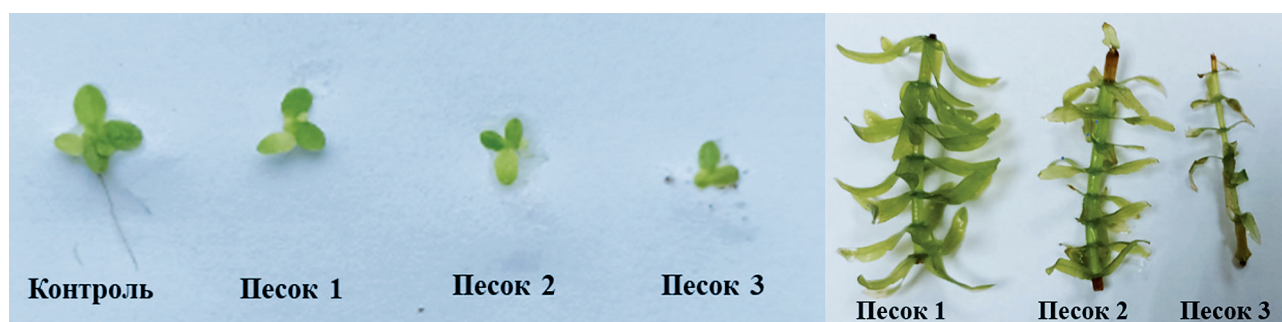
Рис. 2. Выживаемость науплиусов *Artemia salina*

Таблица 1

Оценка состояния ряски *Lemna minor* при биотестировании с песком

Проба	Цвет лопастей	Количество лопастей, шт.	Длина лопастей, мм	Количество корней, шт.	Длина корней, мм
Контроль	Ярко зелёный	$4,7 \pm 0,86$	$3,5 \pm 0,54$	$2,2 \pm 0,22$	$14,6 \pm 0,98$
Песок 1	Ярко зелёный, некоторые лопасти имеют бледные участки	$4,0 \pm 0,78$	$3,2 \pm 0,12$	$2,0 \pm 0,16$	$12,3 \pm 0,76$
Песок 2	Зелёный, лопасти побелевшими краями	$3,1 \pm 0,44$	$2,8 \pm 0,22$	$1,0 \pm 0,08$	$4,1 \pm 0,30$
Песок 3	Зелёный, практически все лопасти с белыми пятнами	$2,6 \pm 0,64$	$2,1 \pm 0,10$	$0,8 \pm 0,06$	$2,3 \pm 0,28$

Рис. 3. Состояние тест-объектов на 7-е сут.: *Lemna minor* (слева) и *Elodea canadensis* (справа)

степенью угнетения растения и увеличением загрязнения. Наиболее информативными индикаторами токсического воздействия оказались длина корней и визуальная оценка цвета лопастей, реагирующие даже при умеренном загрязнении. Угнетение анализируемых показателей ряски всегда были выше в непросеянном песке, по сравнению с просеянным. В просеянном песке по сравнению с непросеянным песком количество лопастей было больше на 10 %, длина лопастей — больше на 22 %, длина корней — больше на 15 %.

Биотестирование с использованием элодеи — *Elodea canadensis* (Міснх., 1803) также проводили с оценкой визуального состояния побегов, прироста вегетативной массы, развития корней и способности к боковому ветвлению (табл. 2, рис. 3). Прирост побега в непросеянном песке снижался на 64 % по сравнению с просеянным песком. Пробы незагрязнённого и просеянного песка незначительно отличались по приросту побегов элодеи. Однако у растений из пробы просеянного песка были отмечены признаки некроза.

Таблица 2

Оценка состояния ряски *Elodea canadensis* при биотестировании с песком

Проба	Состояние побегов	Прирост побега, мм $M \pm m$	Количество корней, шт. Min — max	Количество боковых побегов, шт. Min — max
Песок 1	Зелёный цвет побегов	$0,37 \pm 0,12$	0—2	0—2
Песок 2	Зелёный цвет побегов, признаки некроза	$0,42 \pm 0,08$	0—2	0—2
Песок 3	Зелёный цвет побегов, признаки некроза	$0,15 \pm 0,03$	0—1	0—1

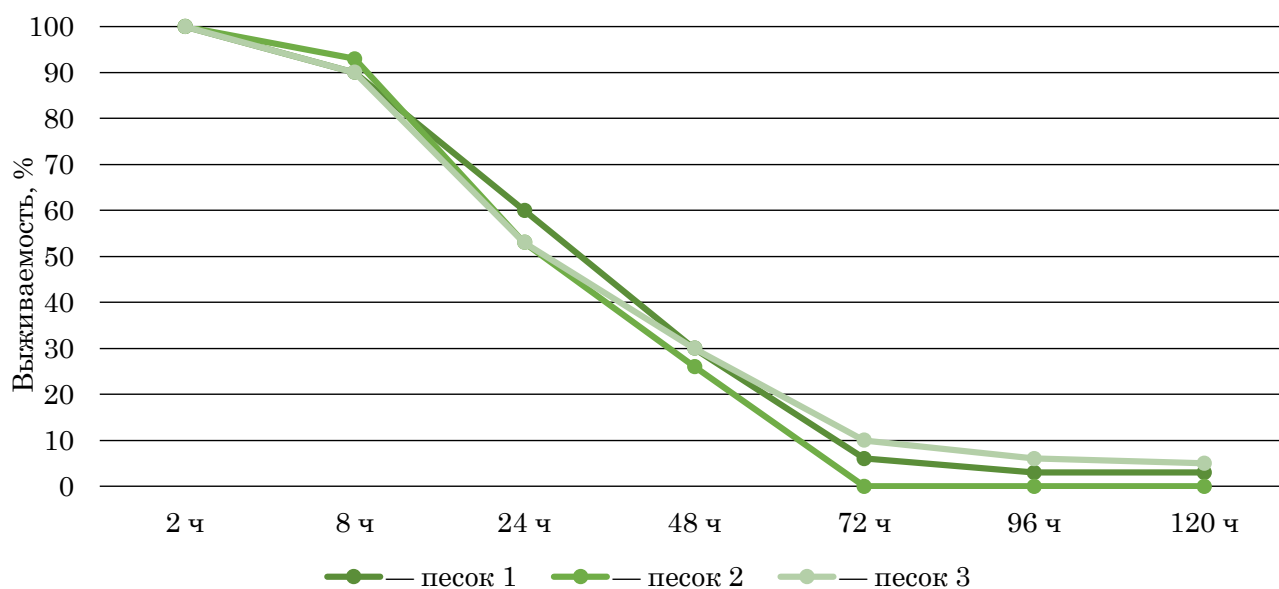


Рис. 4. Выживаемость личинок хирономид

Для тест-объекта *Chlorella vulgaris* (ВЕЛ., 1890) определяли изменение значения pH в культуре. Активная реакция среды служит интегральным косвенным показателем состояния культуры. Чем выше жизнеспособность водорослей, тем значительнее изменяется на свету реакция среды (подщелачивание) в результате фотосинтетической ассимиляции углекислоты. В пробах с просеянным и непросеянным песком отмечено более значительное отклонение pH в кислую сторону, что указывает на неблагоприятное культуры. Учёт среды проводился с помощью pH -метра в начале и конце эксперимента для выявления динамики изменения этого показателя. В контроле было зарегистрировано изменение pH на 0,03 единицы, в песке 1 — на 0,04 единицы, в песке 2 и песке 3 — на 0,06 единиц. Таким образом, просеивание песка не оказывает значительного снижения токсичности на одноклеточные водоросли.

Оценка токсичности песка была также проведена на зообентосных организмах — личинках хирономид (*Chironomus spp.*). Достоверной разницы в выживаемости данного тест-объекта с разными образцами песка не выявлено (рис. 4). Это может быть связано с высокой адаптивной способностью данного вида к загрязнённому субстрату и устойчивостью к загрязнению нефтепродуктами (Холмогорова, 2007; Лоскутова, Зеленцов, Щербина, 2015).

Заключение

Данные биотестирования указывают на многоуровневую картину токсического воздействия мазутного загрязнения и различные реакции на него разных трофических звеньев водных экосистем. Проведённые исследования показывают, что технология просеивания загрязнённого мазутом песка позволяет в среднем снизить его токсичность на 20 %.

Библиографический список

- Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство. — М.: БИНОМ, 2017. — 270 с.
- Коршунова Т.Ю., Логинов О.Н. Нефтяное загрязнение водной среды: особенности, влияние на различные объекты гидросферы, основные методы очистки // Экобиотех. — 2019. — Т. 2, № 2. — С. 157—174.

Лоскутова О.А., Зеленцов Н.И., Щербина Г.Х. Фауна хирономид (Diptera, Chironomidae) реки Колва (бассейн реки Печоры) в условиях нефтяного загрязнения // Биология внутренних вод. — 2015. — № 3. — С. 56—66.

Приказ Росрыболовства от 04.08.2009 № 695: «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Строганов Н.С., Колосова Н.С. Методы водной токсикологии. — М.: Изд-во МГУ, 1975. — 168 с.

Холмогорова Н.В. Динамика структуры макрозообентоса в условиях нефтяного загрязнения донных отложений малых рек Удмуртии // Вестник Томского государственного университета. — 2007. — № 304. — С. 187—190.

УДК 590.6)

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОЙ СРЕДЫ
В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДООБОРОТА**

Л. К. Говоркова

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия**E-mail: govorkovagoncharenko@yandex.ru*

Водные ресурсы являются жизненно важными компонентами экосистем и обеспечивают существование разнообразных организмов, включая рыбных. В аквакультуре, как одной из форм интенсивного рыбоводства, эффективное использование воды и поддержание её качества играют решающую роль в достижении высоких показателей производительности и здоровья рыбы (Балаева, 2010).

Установки замкнутого водооборота представляют собой современные технологические системы, разработанные для эффективного управления и обеспечения водными ресурсами в различных областях человеческой деятельности. Эти инновационные системы становятся всё более значимыми в контексте растущей глобальной проблемы дефицита водных ресурсов и ухудшения качества воды в природных водоёмах. Системы замкнутого водооборота предназначены для эффективного управления, рециркуляции и восстановления воды, что позволяет максимально использовать этот ограниченный ресурс. Они находят широкое применение в различных областях, включая сельское и городское хозяйство, промышленность, а также аквакультуру и рыбное хозяйство. Эти системы обеспечивают устойчивое водоснабжение и содействуют сохранению природных водоёмов (Григорьев, Седова, 2008).

Качество воды является одним из важных аспектов водоснабжения в установках замкнутого цикла. Оно непосредственно влияет на безопасность и здоровье потребителей. Обеспечение качества воды по микробиологическим показателям в установках замкнутого водооборота является важным аспектом успешного

выращивания рыб. Это может позволить снизить риски заболеваний рыбы и обеспечить безопасность пищевого продукта для конечных потребителей. Микробиологические показатели воды служат важным индикатором её качества, поскольку они указывают на наличие или отсутствие микроорганизмов, включая патогенные бактерии и вирусы, которые могут представлять опасность для здоровья (Федерова, Елисеев, 2011).

Неудовлетворительное качество, связанное в том числе с наличием патогенных микроорганизмов в водопроводной и сточных водах, может привести к негативным последствиям, среди которых наиболее опасным является риск появления заболеваний. Это означает, что качество жидкости напрямую влияет на самочувствие, функционирование организма, а также продолжительность человеческой жизни (Олейник, Старосила, 2005).

Карельскими учёными было обнаружено, что на всех изученных ими форелевых хозяйствах, независимо от их периода работы, доминируют условно-патогенные бактерии семейства *Pseudomonadaceae* рода *Pseudomonas* в микробиоценозе радужной форели. При наличии неблагоприятных условий они могут усилить свою вирулентность и инфицировать стрессированную рыбу. Исследования также показали изменения в составе микробиоценоза рыб и воды, а также увеличение численности аллохтонной бактериофлоры, плесневых грибов, штаммов с гемолитической активностью и параметра *Coli*-индекса (косвенного показателя биологического загрязнения среды патогенными микроорганизмами) в среде обитания (Теканова, Макарова, 2016).

В ходе исследований мурманскими учёными было установлено, что численность бактерий в воде при выращивании рыб достигает высоких показателей, что отражает прямую зависимость температурного фактора (коэффициент корреляции равен 0,7) и индикаторную роль полученных данных для характеристики качества водной среды. При санитарно-микробиологической оценке воды определены бактерии группы кишечных палочек, но в допустимом нормативной документацией количестве. Бактерии рода *Aeromonas* в пробах воды обнаружены не были, однако наблюдалась высокая частота выявления бактерий рода *Pseudomonas*. Доминирующей группой среди бактерий являются представители семейства *Pseudomonadaceae* рода *Pseudomonas* (Житенева, Суслова, Петрова, 2018).

Методы оценки микробиологического качества воды: для оценки микробиологического качества воды в установках замкнутого водооборота применяются различные методы анализа. Один из основных методов — определение количества микроорганизмов в воде с использованием микробиологических культур. Этот метод позволяет оценить общую концентрацию бактерий в воде и выявить наличие патогенных микроорганизмов. Для этого взятая проба воды высевается на питательные среды, и после инкубации проводится подсчёт колоний.

Дополнительно, для определения качества воды по микробиологическим показателям применяются методы определения наличия патогенных индикаторных бактерий, таких как колиформные бактерии и энтерококки. Эти бактерии не являются сами по себе патогенными, но их присутствие свидетельствует о возможном загрязнении воды загрязнёнными веществами и патогенными микроорганизмами.

Микробиологический анализ воды помогает оценить содержание в ней патогенных и санитарно-показательных

микроорганизмов. Одним из таких показателей является общее микробное число (ОМЧ), которым называют количество микроорганизмов в 1 мл жидкости. При определении качества воды оно показывает на количество сапрофитных бактерий, как на показатель органического загрязнения. Их количество позволяет судить о степени этого загрязнения.

Другим важным показателем качества воды является группа бактерий кишечной палочки, которая относится к семейству *Enterobacteriaceae* и включает рода: *Escherichia*, *Citrobacter* и *Enterobacter*. Бактерии, относящиеся к этим родам, очень сходны между собой по морфологическим и биологическим свойствам. Обнаружение бактерий группы кишечных палочек показывает на присутствие патогенной микрофлоры и её увеличение негативно сказывается на общем санитарном состоянии водоёма (Мельникава, Васильев, 2016). В месте с этими показателями, также применяют и другие: коли-титр и коли-индекс. Коли-индекс — количество кишечных палочек, обнаруживаемое в 1 л жидкости или 1 кг твёрдого вещества (для пищевых продуктов и почвы — в 1 г). Коли-индекс определяется методом мембранных фильтров или путем непосредственного посева различных количеств исследуемого материала на плотные среды. Коли-титр — наименьшее количество жидкости или твёрдого вещества (выраженное соответственно в миллилитрах или граммах), в котором обнаруживаются кишечные палочки (Кузьмин, Смирнова, 2011).

Нами были проведены исследования воды по микробиологическим показателям в установках с замкнутого водооборота по выращиванию карповых видов рыб. Результаты исследований указывают на необходимость более тщательного контроля микробиологических характеристик воды в установках замкнутого водооборота. Это поможет предотвратить распространение инфек-

ционных заболеваний, повысить производительность рыб, повысить её рост и развитие, а также обеспечить её безопасность как пищевого продукта.

Библиографический список

Балаева И.П. Микробиологические особенности воды в прудах для выращивания рыбы // Водные ресурсы. — 2010. — Т. 37, № 5. — С. 548—556.

Григорьев С.С., Седова Н.А. Индустриальное рыбоводство: в 2 ч. Ч. 1: Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: учеб. пособие. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. — 186 с.

Житенева О.В., Суслова А.М., Петрова С.Н. Комплексный мониторинг бактериопланктона рыбоводного хозяйства реки Тулома и энтеральной микробиоты кишечника культивируемой рыбы // Водные биоресурсы и аквакультура: материалы II Всерос. науч. конф. — Калининград: Калининградский гос. техн. ун-т, 2018. — С. 138—144.

Кузьмин С.И., Смирнова О.В. Изучение микробиологических характеристик воды в аквакультуре // Рыбоводство. — 2011. — Т. 28, № 6. — С. 654—663.

Мельникова Ю.В., Васильев И.А. Микробиологические характеристики воды в установках замкнутого цикла для разведения рыбы // Экология и природопользование. — 2016. — Т. 21, № 3. — С. 230—242.

Олейник Г.Н., Старосила Е.Н. Микробиологическая характеристика водоемов с высокой антропогенной нагрузкой // Гидробиологический журнал. — 2005. — № 4. — С. 70—81.

Теканова Е.В., Макарова Е.М. Микробиологическая индикация загрязнения воды реки Нелукса (Карелия) // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. — 2016. — № 8 (161). — С. 109—114.

Федорова О.В., Елисеев А.И. Микробиологическая безопасность воды в системах аквакультуры // Рыбное хозяйство. — 2011. — № 4. — С. 18—24.

УДК 589.5

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЫ В БАССЕЙНАХ С РЫБАМИ

Л. К. Говоркова, К. Р. Альмухаметова, К. Р. Муратова

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия**E-mail: govorkovagoncharenko@yandex.ru*

Производство рыбы в замкнутых системах это интенсивный путь рыбоводства. Системы оборотного водоснабжения позволяют использовать воду повторно, экономя ресурсы и сохраняя стабильный микроклимат. Однако из-за содержания рыбы в замкнутой системе при высокой плотности посадки в воде непрерывно накапливаются органические продукты метаболизма и несъеденный корм. Эта органика становится идеальной средой для размножения различных микроорганизмов, что приводит к образованию сложных, комплексных микробных сообществ, требующих постоянного контроля. Задачей микробиологического контроля является обеспечение высокого качества воды, способствующего созданию оптимальных условий для роста и развития рыб и предотвращения их заболеваний (Структура микробиома ... , 2020).

В связи с этим нами был проведён микробиологический контроль качества циркуляционной воды, который включал оценку по таким показателям как общее микробное число (ОМЧ) и бактерии группы кишечной палочки (БГКП). ОМЧ отражает общее количество всех мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 мл воды. В условиях циркуляционной системы ОМЧ коррелирует с уровнем органического загрязнения. При избыточном кормлении или неэффективной работе механических и биологических фильтров может наблюдаться резкий скачок численности бактерий, что может приводить к снижению уровня растворенного кислорода и стрессу у рыб. БГКП в циркуляционной системе в огромном количестве показывает на возможное массовое скопление

условно-патогенной микрофлоры, что свидетельствует о нарушении санитарного режима или попадании загрязнений извне. В норме, при эффективной работе биофильтра, узлов обеззараживания, содержание колиформных бактерий в оборотной воде стремится к нулю.

Материал и методы

С целью исследования микробиологических показателей качества воды нами были взяты пробы воды из циркуляционных установок по выращиванию осетровых рыб и клариевого сома на кафедре водных биоресурсов и аквакультуры. Пробы были отобраны в трёх точках в каждой установке. В циркуляционной установке с осетровыми вода отбиралась: 1 — из бассейна с рыбами, 2 — из средней части биофильтра, 3 — после выхода воды из биофильтра в бассейн. В циркуляционной установке с сомами вода отбиралась: 1 — из бассейна с рыбами, 2 — из крана центрального водоснабжения, 3 — после выхода воды из трубы центрального водоснабжения непосредственно в бассейн.

Для исследования воды по микробиологическим показателям отбор проб, посев, инкубацию и количественный учёт бактерий производили по стандартной методике (Санитарно-микробиологический ... , 2005). Для обнаружения и определения микроорганизмов проводили посева исследуемого материала на плотные питательные среды с предварительным серийным десятикратным разведением каждой пробы. Для определения общего микробного числа исследуемый материал из каждого разведения высевали на чашки Петри с мясо-пептонным агаром

(МПА). Для определения колиформных бактерий исследуемый материал также из каждого разведения высевали на чашки Петри на среду ЭНДО (дифференциально-диагностическая питательная среда для выделения энтеробактерий). Далее все посевы инкубировали в термостате 3—5 сут. при температуре 37 °С. После инкубации производили подсчёт выросших колоний микроорганизмов на 1 мл с учётом каждого разведения. Единица учёта микроорганизмов — колониеобразующие единицы (*КОЕ/мл*).

Степень санитарного состояния воды в бассейнах с рыбами определяли по методике В.В. Аникиева и К.А. Луковской (1983), степень бактериальной обсеменённости определяли по Методическим указаниям по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоёмов (1999), также использовали СанПиН 1.2.3685-21.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований микробиологических показателей в пробах воды в циркуляционной установке по выращиванию осетровых рыб показали, что наибольшее ОМЧ отмечалось в пробах воды в бассейне с рыбами и составило 17 947 *КОЕ/мл*. В биофилтре (в средней его части) — 2 029 *КОЕ/мл*, на выходе из него — 5 750 *КОЕ/мл*. Содержание в пробах воды бактерии группы кишечной палочки отмечено в незначительных количествах: в бассейне с рыбами — 168 *КОЕ/мл* в бассейне с рыбами, в средней части биофилтра — 112 *КОЕ/мл*, на выходе из биофилтра — 75 *КОЕ/мл*.

Вода по степени загрязнения относится к мезосапробной зоне. Вода в бассейне и в средней части биофилтра по степени бактериальной обсеменённости отмечена как загрязнённая (2 категория), а на выходе из биофилтра — чистая (1 категория).

Полученные результаты говорят о том, что биофилтр в циркуляционной

установке с осетровыми рыбами хорошо справляется со своей задачей.

Циркуляционная установка по выращиванию клариевых сомов работает без биофилтра, то есть вода из центрального водоснабжения поступает в бассейн и выходит также в систему центрального водоснабжения.

Общее микробное число в бассейне с рыбами отмечалось в количестве 21 540 *КОЕ/мл*, а БГКП — 296 *КОЕ/мл*. В воде, взятой из крана центрального водоснабжения (т. е. в водопроводной воде) микроорганизмов не обнаружено. Это связано с тем, что воду обеззараживают перед подачей её в центральное водоснабжение. В воде, которая поступает из трубы непосредственно в бассейн с рыбами обнаружено небольшое содержание общего микробного числа, допустимого по СанПиНу. Возможно, связано это с оседанием микроорганизмов на стенках труб.

Таким образом, исследование микробиологических показателей воды в циркуляционных установках является ключевым элементом контроля качества воды при выращивании рыб.

Заключение

Исследования показали, что содержание в ОМЧ и БГКП в разных компонентах циркуляционной установки с осетровыми рыбами находятся в допустимых количествах. Биофилтр полностью справляется со своими задачами.

В циркуляционную установку с сомами вода поступает из центрального водоснабжения чистая от микроорганизмов. Содержание в ОМЧ и БГКП в бассейне также находится в норме.

Постоянный контроль микробиологических показателей воды, т. е. поддержание низкого уровня ОМЧ, БГКП позволяет минимизировать риски заболеваний рыб и повысить экономическую эффективность производства.

Библиографический список

Аникиев В.В., Луковская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. — М.: Просвещение, 1983. — 127 с.

Методические указания по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоёмов: утв. Минсельхозпродом России 27.09.1999 № 13-4-2/1742. — М., 1999. — 21 с.

Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов: метод. указания (МУК 4.2.1884-04). — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. — 75 с.

СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 28 янв. 2021 г.: ввод. в действие с 1 марта 2021 г. — М., 2021. — 990 с.

Структура микробиома в установках замкнутого водоснабжения и их связь с возникновением инфекционной патологии осетровых рыб / Н.Х. Сергалиев, М.Г. Какишев, И.Н. Залялов, Н.С. Гинаятов, Ф.Х. Нуржанова // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2020. — Т. 3. — С. 237—245.

УДК 621:313.3

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ КОРМОВ ДЛЯ РЫБ

М. Э. Гордеева, С. М. Абрамова

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия**E-mail: Maria.Galeeva@gmail.com*

Аквакультура является быстро развивающейся отраслью, при этом питание рыбы является ключевым фактором, определяющим рост, устойчивость к стрессу и качество продукции. В связи с этим особое значение приобретает оценка функциональных свойств кормов, в том числе их антиоксидантной активности.

Полнорационные корма — это многокомпонентные кормовые смеси промышленного производства, разработанные с учётом физиологических потребностей рыб. Все разработанные корма направлены на обеспечение полноценного роста рыбы, развития и продуктивности. Они включаются в рацион основной источник питательных веществ и энергии, что влияет в том числе на стабильность технологических процессов в аквакультуре.

Целью работы является оценка антиоксидантных свойств кормов для различных видов и возрастных групп рыб.

Несмотря на то, что искусственные полнорационные корма формируют основу рациона рыб и определяют общий уровень питательности, даже при высокой сбалансированности их состав не всегда полностью компенсирует потребности рыб в условиях интенсивного выращивания (Кормовые добавки для аквакультуры, 2026; Абрамова, 2025). В этом случае становится актуальным определение антиоксидантных свойств не только кормов, но и кормовых добавок, что требует дополнительного исследования.

Материал и методы

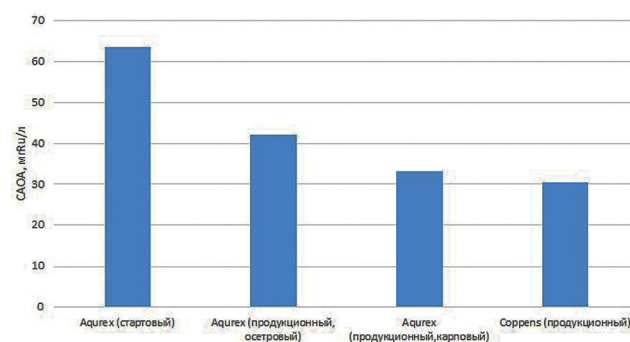
Исследования антиоксидантных свойств проводили кулонометрическим методом анализа для определения суммарной антиоксидантной активности

(САОА) с использованием прибора Эксперт-006, Антиоксиданты. Анализ проводили по спиртовой вытяжке согласно ГОСТ 26423-85. Полученные результаты переводили на килограмм сухого корма.

Для первичного исследования и оценки были выбраны 2 производителя корма: Aquarex и Corpens.

Результаты и обсуждение

Корм Aquarex был разного функционального назначения: стартовый, для карповых видов рыб и для осетровых (рисунок).



Суммарная антиоксидантная активность разных кормов для рыб

Данные, представленные на рисунке, показывают изменение САОА в зависимости от функционального назначения корма. В целом, САОА изменялась от 63,6168 мгRu/л (стартовый корм Aquarex) до 30,2952 мгRu/л (Corpens). Полученные значения соотносятся с процентным содержанием сырого протеина в составе корма: максимальные значения наблюдались у стартового корма (до 58 %), осетровый корм содержал до 48 %, карповый до 34 %. Наиболее высокие значения САОА у стартового корма вероятно связаны с повышенными физиологическими потребностями молоди.

Несмотря на значительное количество исследований, посвящённых роли

антиоксидантов в питании человека, в области аквакультуры до настоящего времени отсутствуют общепринятые нормативы суточного потребления антиоксидантов. Для людей существуют примерные рекомендации по потреблению антиоксидантных веществ с пищей. Например, известно, что человек в среднем должен получать от нескольких десятков до нескольких сотен миллиграммов флавоноидов в сутки — это природные вещества с антиоксидантными свойствами, содержащиеся в овощах, фруктах, чае и ягодах (Chun, Chung, Song, 2007). В странах Европы среднее потребление флавоноидов оценивается примерно в 140 мг/сут., а в США — около 190 мг/сут. (Флавоноиды, 2026).

Следует отметить, что в литературе антиоксидантная активность чаще выражается через эквиваленты Trolox (TE) либо рассматривается по отдельным группам соединений (полифенолы, флавоноиды, катехины). Однако для рутин, как одного из наиболее распространённых природных флавоноидов, единые физиологические нормы суточного потребления практически не установлены. Имеются лишь отдельные данные о безопасных дозировках: например, Норвежский научный комитет по безопасности пищевых продуктов указывает, что

безопасный уровень дополнительного потребления рутин для взрослых составляет около 25 мг/сут. (Норвежский научный комитет ... , 2026).

В то же время в рыбоводстве исследования преимущественно сосредоточены на изучении влияния отдельных антиоксидантов или кормовых добавок на рост, выживаемость, иммунитет и устойчивость к стрессу, тогда как интегральные показатели антиоксидантной обеспеченности гидробионтов практически не нормируются (Solnier, Chang, Pizzorno, 2023). В научной литературе отсутствуют единые рекомендации по суточному поступлению антиоксидантов для рыб в пересчёте на массу тела, что существенно осложняет объективную оценку антиоксидантного статуса объектов аквакультуры.

При пересчёте полученных значений на килограмм сухого корма и с учётом норм кормления и предположения, что полнорационные корма закрывают все потребности рыбы для успешного роста и развития, мы рассчитали ориентировочные нормы потребления антиоксидантов на килограмм массы тела. Было впервые получено, что для взрослых возрастных групп диапазон потребления САОА от 6 до 10 мг/кг на 1 кг массы тела.

Библиографический список

Абрамова С.М. Анализ перспективных кормовых добавок в аквакультуре // Материалы докладов XXIX Всероссийского аспирантско-магистерского научного семинара, посвящённого дню энергетика / под общ. ред. Э.Ю. Абдуллазянова: в 3 т. Т. 2. — Казань: Казанский гос. энерг. ун-т, 2025. — С. 1066—1068.

Кормовые добавки для аквакультуры // MISMA. URL: <https://www.misma.pro/services/akvakultura/kormovye-dobavki-dlya-akvakultury/>. (дата обращения: 18.04.2026).

Норвежский научный комитет по безопасности пищевых продуктов. URL: <https://vkm.no/english/riskassessments/allpublications/rutinandquercetinhealthrisksofintake-offoodsupplements.4.7cc8817a18c33cc0df9bd9bb.html> (дата обращения 18.04.2026).

Флавоноиды // Википедия: свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B8%D0%B4%D1%8B> (дата обращения 18.04.2026).

Chun O.K., Chung S.J., Song W.O. Estimated dietary flavonoid intake and major food sources of U.S. adults // Journal of Nutrition. — 2007. — Vol. 137, № 5. — P. 1244—1252.

Solnier J., Chang C., Pizzorno J. Consideration for flavonoid-containing dietary supplements to tackle deficiency and optimize health // International Journal of Molecular Sciences. — 2023. — Vol. 24, № 10. — Art. 8663.

УДК 504.064

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВЕЛИЧИНОЙ СУММАРНОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИЕЙ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДЕ

М. Э. Гордеева, В. Г. Джолдыкаирова, Б. А. Путинцева

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

E-mail: Maria.Galeeva@gmail.com

В условиях интенсивного развития аквакультуры и широкого использования циркуляционных установок особую значимость приобретает мониторинг гидрохимического состояния среды с использованием новых оперативных методов анализа и прогноза. Классические подходы основаны на анализе концентраций азотсодержащих соединений, отражающих стадии биогеохимического цикла азота, прежде всего процессов аммонификации и нитрификации (Boyd, 2015; Калайда, Гордеева, 2021). Однако данные показатели характеризуют только отдельные звенья трансформации вещества.

В последнее время, в медицине и экологической химии активно развивается концепция окислительного стресса (Sies, 2020; Калайда, Гордеева, 2024), рассматриваемого как универсальный механизм реакции биологических и абиотических систем на изменение условий среды. В этой связи особый интерес представляет показатель суммарной антиоксидантной активности (САОА) (Sies, 2020; Калайда, Гордеева, 2024), отражающий способность среды противостоять действию активных форм кислорода (АФК) и продуктов свободнорадикального окисления (Sies, 2020). САОА рассматривается как комплексная характеристика, объединяющая вклад растворенных органических соединений, продуктов метаболизма гидробионтов и активности микробных сообществ. Несмотря на перспективность данного показателя, его использование в аквакультурных исследованиях остаётся ограниченным. Этим и обуславливается актуальность настоящего исследования — необходимостью разработки ком-

плексных индикаторов качества водной среды, способных отражать совокупное влияние биогенной нагрузки, кормления и условий аэрации.

Цель исследования — установление взаимосвязи между величиной суммарной антиоксидантной активности и концентрацией азотистых соединений в воде.

Материал и методы

Исследование проводили на модельных ёмкостях с водой, в которые помещали тест-объекты — гуппи (*Poecilia reticulata*). Выбор данного вида обусловлен его высокой чувствительностью к изменениям гидрохимических параметров и широким применением в биотестировании.

Первая ёмкость — вода без гидробионтов, с постоянной аэрацией (контроль); вторая ёмкость — вода с 10 ос. гуппи, аэрация, без внесения корма; третья ёмкость — вода с 10 ос. гуппи, аэрация, кормление ротовым кормом «Акварекс» в количестве 0,1–0,3 г.

Продолжительность эксперимента составляла 7 сут. с ежедневным отбором проб (2 раза в день: утром и вечером).

Определяли следующие показатели: САОА воды — кулонометром «ЭКСПЕРТ-006»; NH_3/NH_4 — фотометрическим методом; NO_2^- и NO_3^- — колориметрическими методами.

Результаты и обсуждение

Анализ данных показал, что значения САОА существенно изменяются от силы биогенной нагрузки на водную систему (рис. 1–3).

Из данных, представленных на рис. 1 видно, что концентрация аммо-

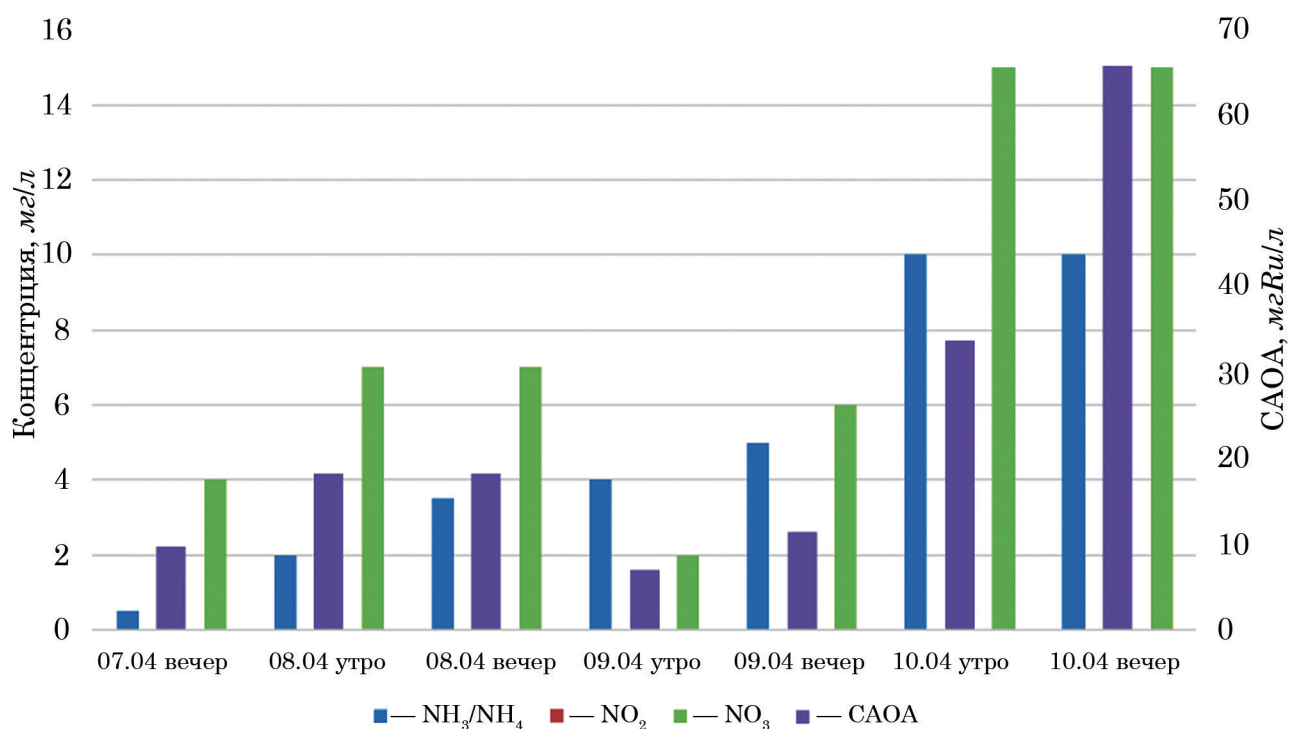


Рис.1. Изменение азотистых соединений в воде и значения CAOА (контроль)

ния изменялась от 0 до 1,5 мг/л. Отмечается небольшая концентрация ионов аммония спустя сутки аэрации (примерно 1 мг/л), после этого наблюдается снижение значений и постепенный подъём значений с 3 сут. на 5-е. Колебание значений можно объяснить слабой минерализацией оста-

точных концентраций растворенной органики и микробными процессами, которые активировались в результате аэрации.

Концентрация нитратов составила 3 мг/л на 2 сут. эксперимента и испытывала небольшие суточные колебания в пределах 1 мг/л в течение суток. Сни-

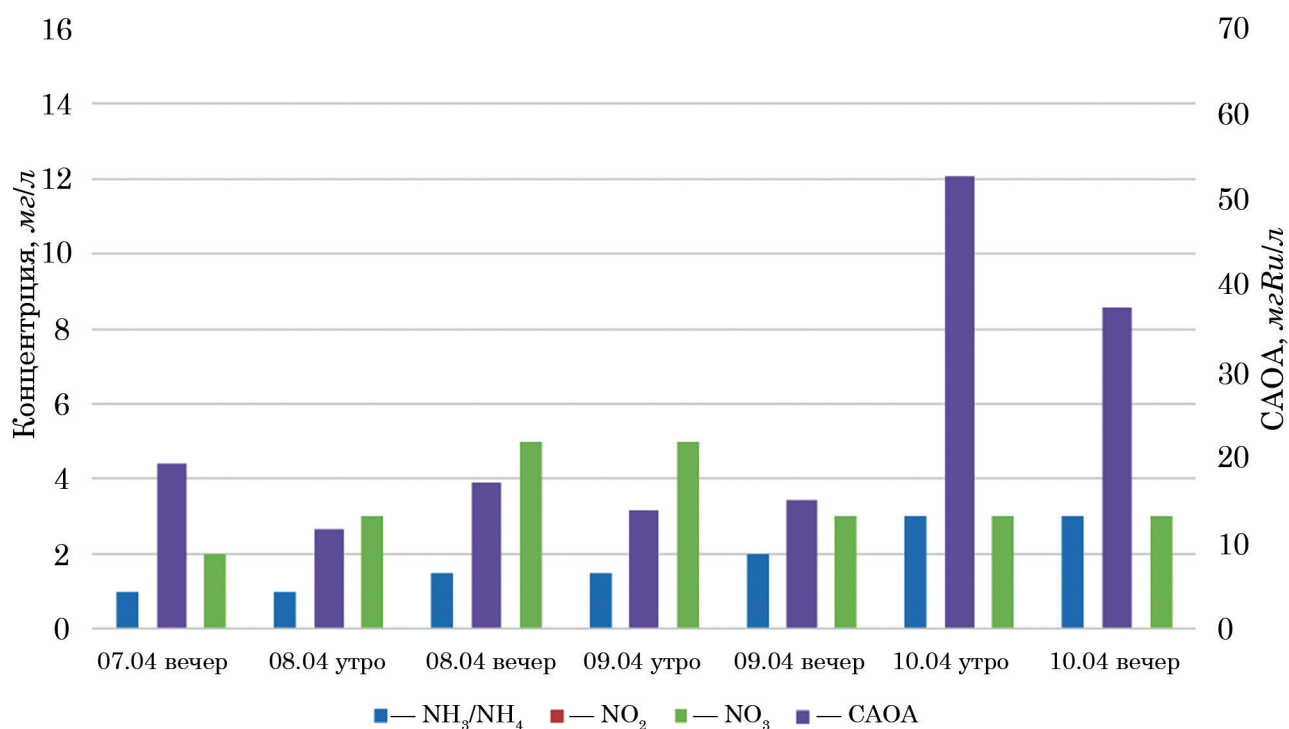


Рис.2. Изменение азотистых соединений в воде и значения CAOА (вторая ёмкость)

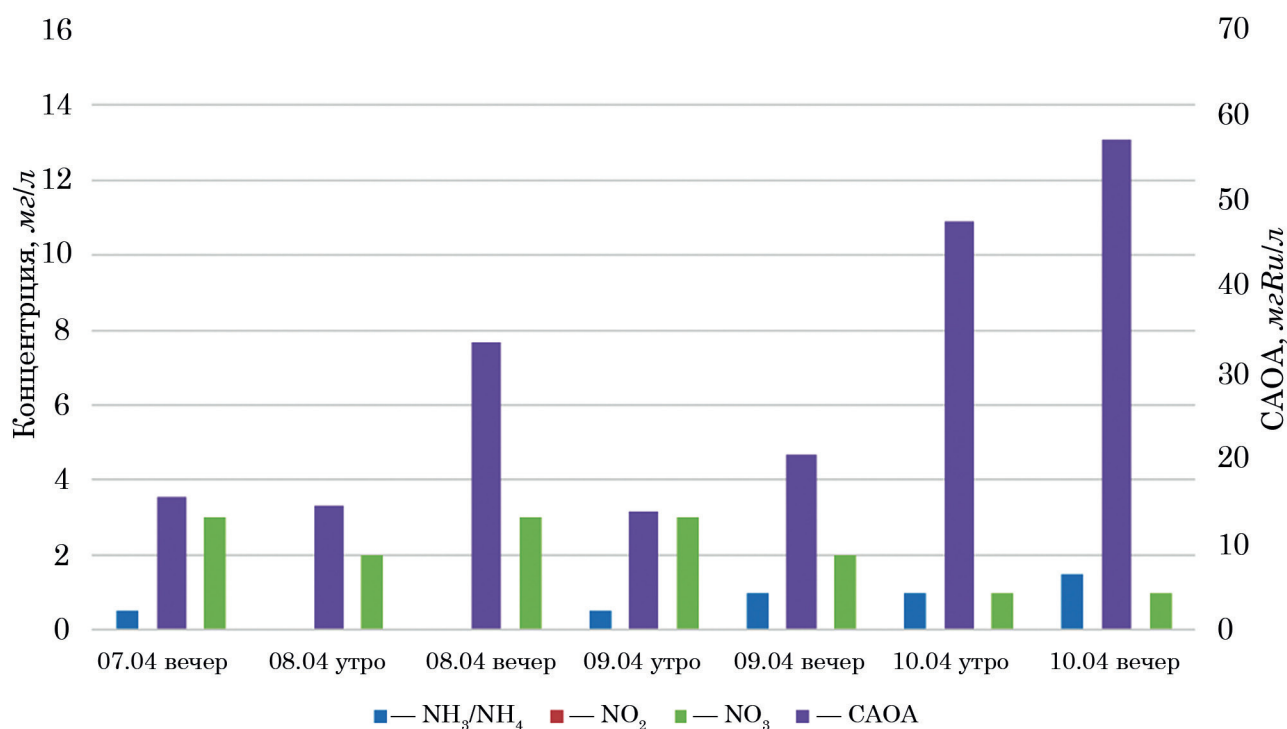


Рис. 3. Изменение азотистых соединений в воде и значения CAOА (третья ёмкость)

жение значений на 2 мг/л отмечается к 5 сут.

При водоочистке вода подвергается обеззараживанию и очищению от взвесей, но нитраты могут оставаться в низких концентрациях как фон. Допустимое содержание нитратов по СанПиН составляет 45 мг/л, а ВОЗ — 50 мг/л. В результате аэрации вода постепенно переходила из «хлорированной» водопроводной в более биологически активную систему. Часть нитратов могла потребляться микроорганизмами и участвовать в восстановительных процессах, что приводило к колебаниям показателя.

Значения CAOА также испытывали колебания. Отмечается резкий рост на 3 сут. эксперимента до 33,54 мгRu/л, далее снижение до 13,7631 мгRu/л и постепенный подъём к концу 5 сут. Благодаря аэрации из воды уходит свободный хлор и ослабевают действие окислителей и могут накапливаться восстановители, что приводит к росту на 3 сут. CAOА, затем идёт повторный процесс их окисления, за счёт кислорода и микроорганизмов.

В результате жизнедеятельности рыб концентрация аммония выше и ра-

стёт к 5 сут. (рис. 2). Значения выросли в 2 раза и диапазон изменения от 1 до 3 мг/л. Это приводит к более высоким значениям CAOА. По состоянию на 08.04, на 3 сут. эксперимента, аммоний почти не изменяется, при этом нитраты начинают расти, значения CAOА снижаются. Вероятно, это связано с адаптацией системы. Вечером 8 апреля наблюдается активная фаза работы микроорганизмов, кислород способствует нитрификации и наблюдается рост нитратов. Необходимо отметить, что значения CAOА 8 апреля в контроле выше, чем во второй ёмкости. Рыба создаёт дополнительный «окислительный стресс». Резкий рост 10 апреля свидетельствует о том, что система продолжает справляться с поступлением азотистых соединений, но значения превышают контрольную группу.

В эксперименте с аэрацией, 10 группы и добавлением корма мы видим более резкие изменения всех показателей (рис. 3), что свидетельствует о более быстрой перегрузке «системы». Уже 8 апреля утром наблюдается значительный рост всех показателей. Концентрация аммония изменялась уже с 0,5 до 10 мг/л. Это почти в 10 раз больше зна-

чений в контрольном образце и в 3 раза больше значений в ёмкости № 2. Концентрация нитратов выросла в 3 раза, достигнув 15 мг/л.

Таким образом, в ёмкости № 3 азотный цикл идёт очень активно: вода быстрее переходит в состояние экологического стресса: накапливаются аммоний, нитраты и редокс-активные органические вещества.

Таким образом, при содержании 10 гуппи в аэрируемой воде с кормлением наблюдалось наиболее выраженное изменение гидрохимических показателей. Рост $\text{NH}_3 / \text{NH}_4$ указывает на интенсивное поступление азотистых соединений с продуктами обмена рыб и разложением корма. Увеличение концентрации NO_3 вероятно свидетельствует об активной нитрификации при наличии кислорода. Резкий рост величины САОА к концу

опыта отражает накопление редокс-активных органических соединений и развитие выраженного окислительно-восстановительного дисбаланса водной среды.

Проведённая множественная корреляция между исследуемыми показателями выявила умеренно положительную взаимосвязь величины САОА с концентрацией аммония и слабее с концентрацией нитратов.

Заключение

Таким образом, САОА — это перспективный показатель, который в сочетании с традиционными гидрохимическими параметрами позволяет существенно повысить точность оценки экологического состояния циркуляционных систем и прогнозировать их устойчивость к изменению условий.

Библиографический список

Калайда М.Л., Гордеева М.Э. Абиотические факторы среды в классификации вод объектов энергетики для задач аквакультуры // Водные биоресурсы и среда обитания. — 2021. — Т. 4, № 2. — С. 31—39.

Калайда М.Л., Гордеева М.Э. Антиоксидантная активность как современный показатель, характеризующий состояние водной экосистемы // Естественные и технические науки. — 2024. — № 6 (193). — С. 163—172.

Boyd C.E. Water quality: an introduction. — Second Edition. — Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 2015. — 357 p.

Sies H. Oxidative Stress: Concept and Some Practical Aspects // Antioxidants. — 2020. — Vol. 9 (9). — Art. 852. — P. 1—6.

УДК 574:594.124 (262.5)

ЭКОЛОГИЯ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ МИДИИ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.) В УСЛОВИЯХ КАЛАМИТСКОГО ЗАЛИВА ЧЁРНОГО МОРЯ (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)

А. С. Гриценко, О. В. Букарева, А. В. Абрамчук

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: gritsenkolin@gmail.com

Средиземноморская мидия (*Mytilus galloprovincialis* LAM.) — культивируемый умеренно-тепловодный представитель двустворчатых моллюсков. Мидия в Чёрном море, как массовый и доминантный вид, играет важную средообразующую роль в скальном и иловом биотопах, обеспечивает поддержание качества водной среды в прибрежной зоне (Седова, 2019).

Каламитский залив расположен у западного берега Крыма, на севере ограничен мысом Евпаторийский, а на юге — мысом Лукулл. Залив считается очень чистой частью Чёрного моря. Это связано с тем, что он расположен далеко от мест куда впадают крупные реки (Иванов, Белокопытов, 2011).

Материал и методы

Сбор необходимого материала для проведения анализа производили с двух глубин (3 и 17 м) Каламитского залива в летние периоды 2022 и 2024 гг. на устричной ферме ООО «Крым Моллюск-Сервис». Отбор проб воды проводили согласно общепринятым методикам,

с помощью батометра Нисскина объёмом 5 дм³. Химический анализ проб воды производили в Лаборатории гидрохимических и эколого-токсикологических исследований КФ («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» с применением стандартных методов и аналитического оборудования, прошедшего метрологическую аттестацию в Крымском государственном центре метрологии, стандартизации и сертификации. Оценка загрязнённости водной среды в исследуемых районах проводили при сопоставлении с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) для воды рыбохозяйственных водоёмов.

Результаты и обсуждение

Изучение экологических и физиологических показателей необходимо для изучения полной картины развития моллюсков в естественной среде.

В работе проводилось изучение темпов линейного и массового роста в зависимости от глубины обитания моллюска. Темпы линейного роста длины на глубине 3 и 17 м показаны на рис. 1 и 2.

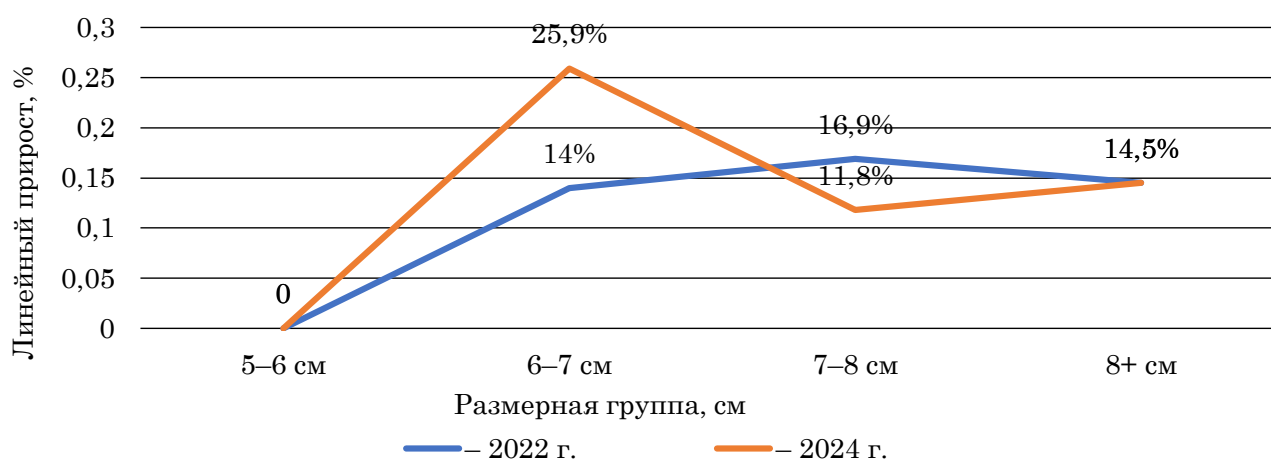


Рис. 1. Темпы линейного роста длины на глубине 3 м

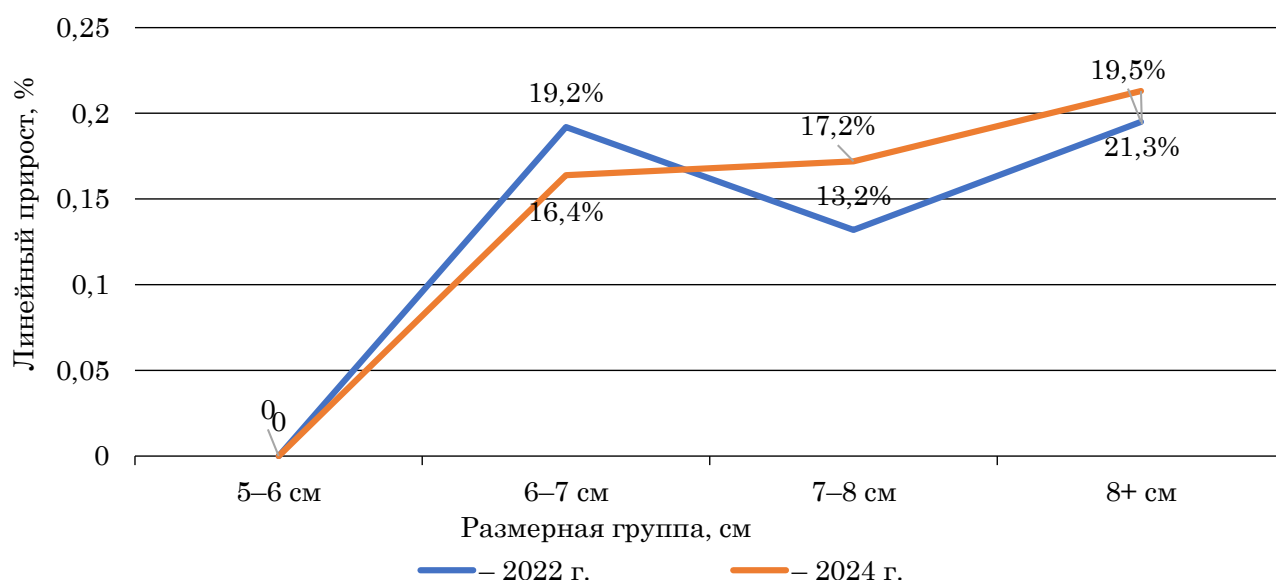


Рис. 2. Темпы линейного роста длины на глубине 17 м

Темпы массового роста мяса на глубине 3 и 17 м Каламитского залива показаны на рис. 3 и 4.

Изучение темпов линейного роста мидий показало, что в Каламитском заливе на глубине 3 м мидия наиболее прогрессивно растёт в длину, только в размерной группе 6–7 см. На глубине 17 м темпы линейного роста увеличивались от размерной группы к другой, следовательно, максимальный прирост был в размерной группе 8+ см. Максимальный массовый прирост мяса на глубине 3 м наблюдается у мидий в размерной

группе 6–7 см. На глубине 17 м максимальный прирост мяса был отмечен в размерной группе 7–8 см.

Отбор проб воды для проведения гидрохимического анализа проводился в Каламитском заливе в мае 2024 г., где величина pH получилась 7,78 ед. Температура воды — 11,3 °С. Солёность воды была 16,5 ‰. Содержание нитритов составило 0,004 мг/л, нитратов — 0,002 мг/л. В воде содержание фосфатов было 0,006 мг/л, ртути — 0,07 мкг/л, меди — 3,0 мкг/л, железа — 56,7 мкг/л, цинка — 42,8 мкг/л, марганца — 13,0 мкг/л,

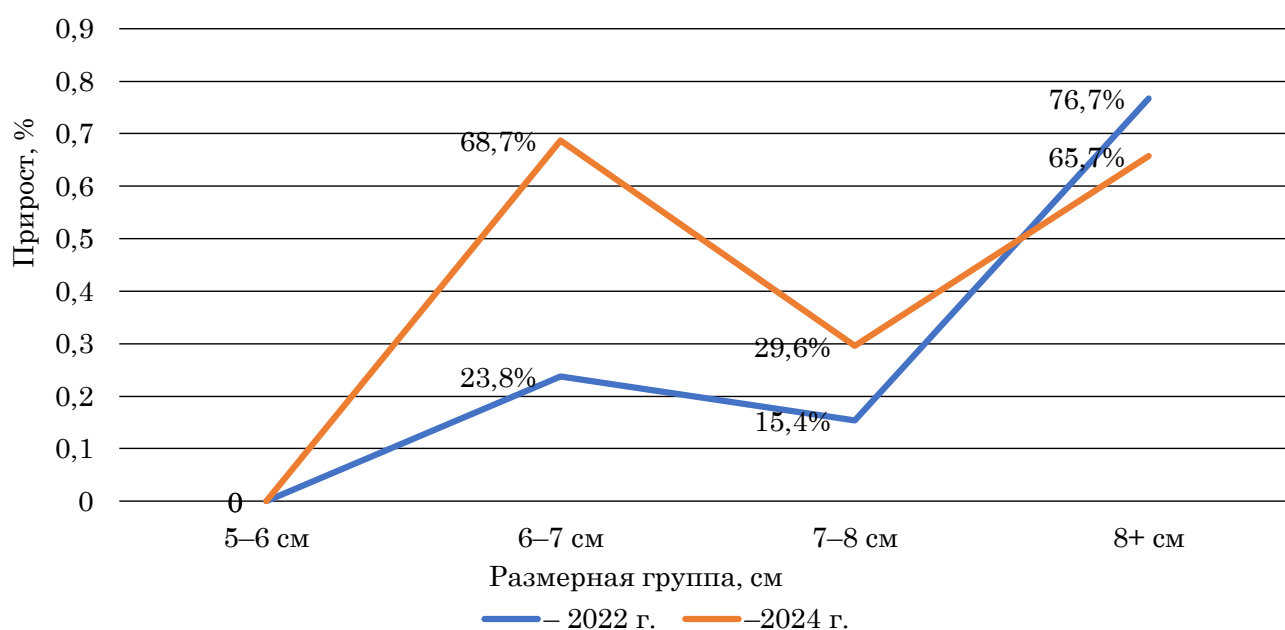


Рис. 3. Темпы массового роста мяса мидий на глубине 3 м

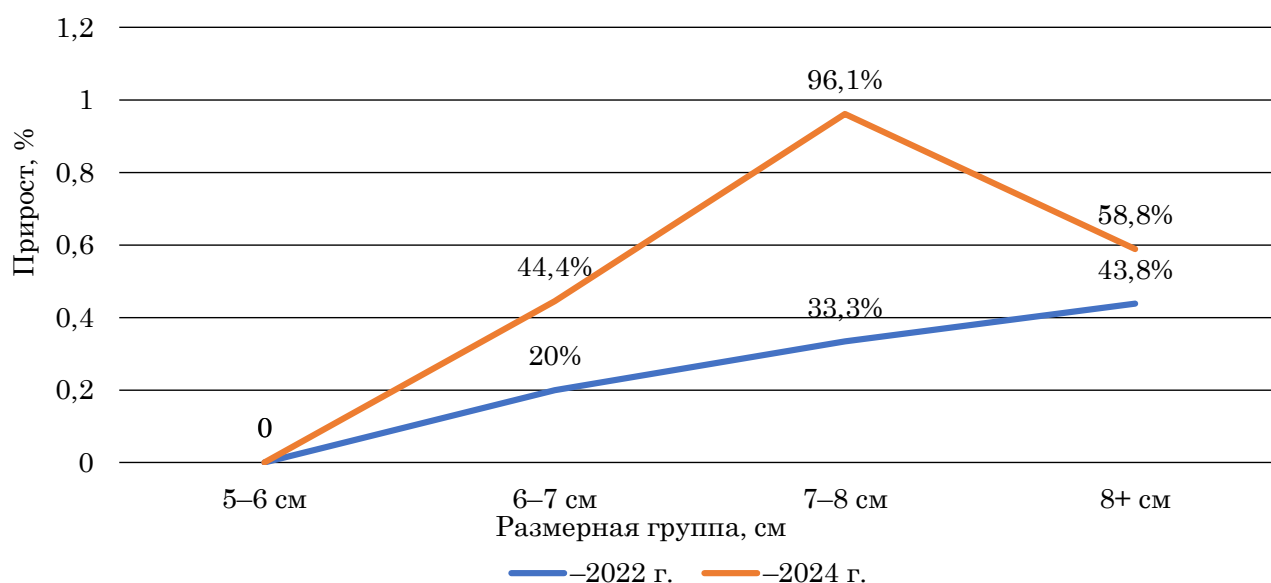


Рис. 4. Темпы массового роста мяса мидий на глубине 17 м

никеля — 5,7 мкг/л, нефтеуглеводородов — 0,05 мкг/л.

Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результат химического анализа проб воды водной акватории Каламитского залива

Показатель	Значение	ПДК
pH , ед.	7,78	6,5—8,5
Температура, °C	11,3	—
Солёность, ‰	16,5	12—18
NO_2^- , мг/л	0,004	0,08
NO_3^- , мг/л	0,002	40
PO_4^{3-} , мг/л	0,006	Не нормируется
Ртуть (Hg), мкг/л	0,07	0,1
Медь (Cu), мкг/л	3,0	5,0
Железо (Fe), мкг/л	56,7	50,0
Цинк (Zn), мкг/л	42,8	50,0
Марганец (Mn), мкг/л	13,0	50,0
Никель (Ni), мкг/л	5,7	10,0
Нефтеуглеводороды, мкг/л	0,05	0,05

Для биологического мониторинга состояния среды чаще всего используют определение уровня накопления токсических веществ, в частности, тяжёлых металлов в растениях и беспозвоночных. Наилучшие результаты были получены

при использовании в качестве организмов-индикаторов в прибрежных морских водах — мидиях (Александрова, 2021).

С одной стороны, мидии являются организмами-индикаторами, с другой, они являются важным промысловым объектом, в связи с этим в мидиях определяли содержание регламентируемых тяжёлых металлов.

Содержание тяжёлых металлов в мягких тканях мидий определялось в усреднённой пробе. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Среднее содержание тяжёлых металлов в мягких тканях мидий в районе рыбоводного участка ООО «Крым Моллюск-Сервис», мкг/л

Тяжёлый металл	Содержание	ПДК
Ртуть	0,03	0,2
Кадмий	0,04	2,0
Свинец	0,4	1,0
Мышьяк	0,10	2,0

В отношении пищевой ценности мидий, содержание в мягких тканях моллюсков нормируемых тяжёлых металлов составляет ртуть — 0,03 мкг/л, кадмий — 0,04, свинец — 0,4, мышьяк — 0,10 мкг/л, ниже допустимого уровня, следовательно, мидия пригодна для употребления в пищу.

Библиографический список

Александрова Е.Ю. Биологический мониторинг состояния окружающей среды: учеб.о-метод. пособие. — Мурманск: Мурманский арктический гос. ун-т, 2021. — 77 с.

Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Чёрного моря. — Севастополь: Морской гидрофизический институт НАН Украины, 2011. — 212 с.

Седова Н.А. Биологические основы культивирования морских моллюсков: учеб. пособие. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. — 159 с.

УДК 504

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА ГЛУБОКОЕ ГОРОДА КАЗАНИ ПО СТРУКТУРЕ МАКРОФИТОВ

Э. А. Губаев, С. Д. Борисова

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия**E-mail: svetlana-zag@bk.ru*

Городские озёра Казани подвергаются интенсивному антропогенному эвтрофированию, требующему оценки состояния водных экосистем с использованием высшей водной растительности (макрофитов) как долгосрочных индикаторов. Цель исследования заключается в определении трофического статуса оз. Глубокое г. Казани по состоянию и наличию макрофитов как «живых датчиков».

Материал и методы

В ходе исследования использовали такие методы, как полевые наблюдения, метод пробных площадок, гидробиотаническое описание, визуальное зонирование, биоиндикационные методы, метод сравнительного анализа и картирование (Бакин, Рогова, Ситников, 2000; Экологический атлас ... , 2017; Садчиков, Кудряшов, 2004; Токинова, Галиахметова, Любарский, 2024). Количественная оценка макрофитов проводилась методом линейных трансект и пробных площадок (размером 1×1 м) в пик вегетационного периода. На каждой площадке определялось общее проективное покрытие (ОПП, %) всей растительности и частное проективное покрытие каждого вида в процентах. Для более точной интерпретации береговая линия озера была разделена на три ключевых участка, различающихся по уровню антропогенной и рекреационной нагрузки.

Результаты и обсуждение

Озеро Глубокое расположено на высокой террасе р. Волги, на территории лесопарка «Лебяжье» в Кировском районе Казани.

Площадь водного зеркала 10,4 га. Объём 785 тыс. м³. Длина 760 м, сред-

няя ширина 140 м. Средняя глубина 6,5 м, максимальная глубина 13,6 м. На дне имеются карстовые воронки. Происхождение озера карстово-суффозионное (Экологический атлас ... , 2017).

Форма овальная, вытянутая. Берега высокие. В северо-западной части озера имеется песчаный пляж. Питание за счёт атмосферных осадков и, частично, грунтовых вод; большая часть поверхностных вод попадает в озеро по эрозионной ложбине, подходящей к нему с северо-запада.

В последние несколько десятилетий в юго-восточной и северо-западной частях озера образовались сплавины, которые позднее прочно приросли к берегам и покрылись древесно-кустарниковой растительностью (Яковлев, Яковлева, 2017; Токинова, Галиахметова, Любарский, 2024).

Озеро Глубокое карстового происхождения относится к наиболее глубоким водоёмам Казани (до 12—15 м) с характерной воронкообразной котловиной. Преимущественно подземное питание обеспечивает специфический гидрохимический режим, при этом высокая рекреационная нагрузка на прибрежную зону ускоряет антропогенное эвтрофирование мезотрофного водоёма (Папченков, 2001).

Из-за воронкообразной формы и резкого нарастания глубины, полоса нарастания на оз. Глубоком узкая и сосредоточена преимущественно вдоль уреза воды и на редких мелководных участках (литорали). На озере можно наблюдать воздушно-водную растительность: камыш лесной (*Scirpus sylvaticus*), манник большой (*Glyceria maxima*), рогоз широколистный (*Typha latifolia*), болотница болотная (*Eleocharis palustris*), а также

осоку вздутую (*Carex rostrata*). Растения формируют очаговые заросли, местами прерывистые из-за обустроенных песчаных пляжей и вытаптывания берегов отдыхающими. Растения с плавающими листьями представлены локально (Бакин, Рогова, Ситников, 2000). В местах, защищённых от прибоя и антропогенного воздействия, встречаются единичные куртины кубышки жёлтой (*Nuphar lutea*) и горца земноводного (*Persicaria amphibia*). Погруженная растительность произрастает на подводном склоне. В слабонарушенных участках на глубинах присутствуют рдесты (например, рдест пронзённолистный — *Potamogeton perfoliatus*). Появление фрагментарных зарослей элодеи канадской (*Elodea canadensis*) и роголистника погружённого (*Ceratophyllum demersum*) служат биоиндикатором локального эвтрофирования и накопления органики в донных отложениях.

В северо-западной и юго-восточной частях оз. Глубокого важную роль играют приросшие сплавины (зыбуны). Их растительный покров сформирован переплетением корневищ осок, сабельника болотного (*Comarum palustre*) и вахты трёхлистной (*Menyanthes trifoliata*). Со временем эти участки зарастают древесно-кустарниковой растительностью (ивы, ольха).

Наличие узкой прибрежной полосы макрофитов и относительное флористическое «умеренное» разнообразие истинно водных видов подтверждают мезотрофный статус глубоководной части озера. Наличие прозрачной воды ограничивает бурное развитие нитчатых водорослей в открытой акватории. В зонах активных пляжей структура макрофитов деградирует (механическое уничтожение), а в мелководных заливах, наоборот, отмечается замещение коренных видов на эвтрофные индикаторы (рогоз, ряска, роголистник), что указывает на локальное органическое загрязнение смывами с пляжной зоны (Дриер, Константинов, 2019).

Проведённые исследования количественного распределения высшей водной растительности выявили резкую пространственную неоднородность структуры фитоценозов оз. Глубокого. Общее проективное покрытие (ОПП) колеблется в экстремально широком диапазоне — от 8 до 75 %, что напрямую зависит от характера подводного рельефа и интенсивности антропогенного пресса. Зона пляжа характеризуется практически полной деградацией растительных поясов. Общее проективное покрытие здесь является минимальным для всего водоёма и составляет в среднем 8 ± 2 %. Растительность представлена исключительно редкими очаговыми скоплениями гелофитов. Доминирующий вид — рогоз широколистный (*Typha latifolia*) — обеспечивает лишь 5 % покрытия, а сопутствующая ему болотница (*Eleocharis palustris*) — около 3 %. Формирование устойчивых растительных ассоциаций на данном участке невозможно из-за постоянного механического уничтожения (вытаптывания отдыхающими) и подвижности песчаного субстрата в прибойной зоне.

Зона открытой литорали демонстрирует структуру растительности, наиболее типичную для глубоководных карстовых экосистем. Среднее ОПП здесь зафиксировано на уровне 25 ± 5 %. Ограничивающим фактором для повсеместного расселения макрофитов на этой станции выступает морфометрия котловины: крутой подводный склон резко уходит в глубину, сужая пригодную для укоренения полосу. Основу биоты составляют погруженные гидрофиты, где доминирует рдест пронзённолистный (*Potamogeton perfoliatus*) с частным покрытием 15 %. В качестве сопутствующей группы выступают гидатофиты, представленные кубышкой жёлтой (*Nuphar lutea*, 10 %). Такое умеренное количественное развитие макрофитов служит надёжным признаком стабильного мезотрофного состояния центральной акватории озера.

Северо-западный залив — зона сплавин является экологическим антиподом пляжной зоны. Благодаря защищённости от волн, пологому дну и аккумуляции органики, общее проективное покрытие достигает здесь своего пика — 75 ± 8 %, формируя сплошной растительный ковёр. Доминирует воздушно-водная растительность: осока вздутая (*Carex rostrata*) занимает до 40 % площади, активно участвуя в формировании прибрежной сплавины совместно с сальвинией болотной (*Salvinia palustris*, 15 %). Особый научно-практический интерес вызывает высокая доля погруженного гидрофита — элодеи канадской (*Elodea canadensis*), чьё проективное покрытие достигает 20 % (Яковлев, Яковлева, 2017; Токинова, Галияхметова, Любарский, 2024).

Заключение

Таким образом, оз. Глубокое испытывает двойственную экологическую сукцессию. С одной стороны, рекреация на пляжах приводит к физическому

уничтожению фильтрационного барьера из макрофитов (ОПП 8 %). С другой стороны, изолированные и мелководные заливы (ОПП 75 %) из-за обилия элодеи и накопления ила демонстрируют локальные признаки эвтрофирования и постепенного заболачивания. Карстовое происхождение и крутые склоны котловины ограничивают развитие макрофитов, создавая фрагментарную структуру с крайне неравномерным проективным покрытием (8—75 %). Выявлено, что активная рекреация вызывает деградацию гелофитов, а высокая плотность элодеи в заливах свидетельствует о локальном эвтрофировании на фоне общего мезотрофного статуса. Рекомендуются ограничить рекреационную нагрузку, установить буферные зоны и проводить ежегодный гидробиотический мониторинг для защиты экосистемы (Садчиков, Кудряшов, 2004).

Полученные данные могут быть использованы городскими службами при планировании благоустройства прибрежных зон.

Библиографический список

- Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана. — Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2000. — 496 с.
- Дриер Л.Г., Константинов А.С. Высшая водная растительность как индикатор эвтрофирования озёр // Гидробиологический журнал. — 2019. — Т. 55, № 2. — С. 45—56.
- Папченков В.Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. — Ярославль: МУБиНТ, 2001. — 214 с.
- Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Экология прибрежно-водной растительности. — М.: Изд-во МГУ, 2004. — 220 с.
- Токинова Р.П., Галияхметова Л.К., Любарский Д.С. Видовое разнообразие и количественные показатели зообентоса в системе Глубоких озёр (Казань) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. — 2024 — Т. 33, № 1. — С. 74—81.
- Экологический атлас Республики Татарстан. — Казань: Изд-во КФУ, 2017. — 300 с.
- Яковлев В.А., Яковлева А.В. Видовое разнообразие и количественные показатели зообентоса в системе Глубоких озёр (г. Казань) // Российский журнал прикладной экологии. — 2017. — № 4 (12). — С. 34—39.

УДК 639.3.043.2

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЫБНЫХ КОРМОВ В УСЛОВИЯХ
УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Д. Д. Долгов, А. В. Абрамчук

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: dolgov.danil11@gmail.com*

В настоящее время в связи высокими ценами и проблемами с логистикой импортных кормов появилась проблема нехватки кормов для аквакультуры. Для решения этой проблемы были построены и модернизированы заводы по производству специализированных рыбных кормов. В связи с этим необходимо проводить исследования и развитие этой отрасли для сохранения продовольственного суверенитета Российской Федерации.

Цель работы — провести сравнительную характеристику рыбных кормов в условиях установки замкнутого водоснабжения.

Материал и методы

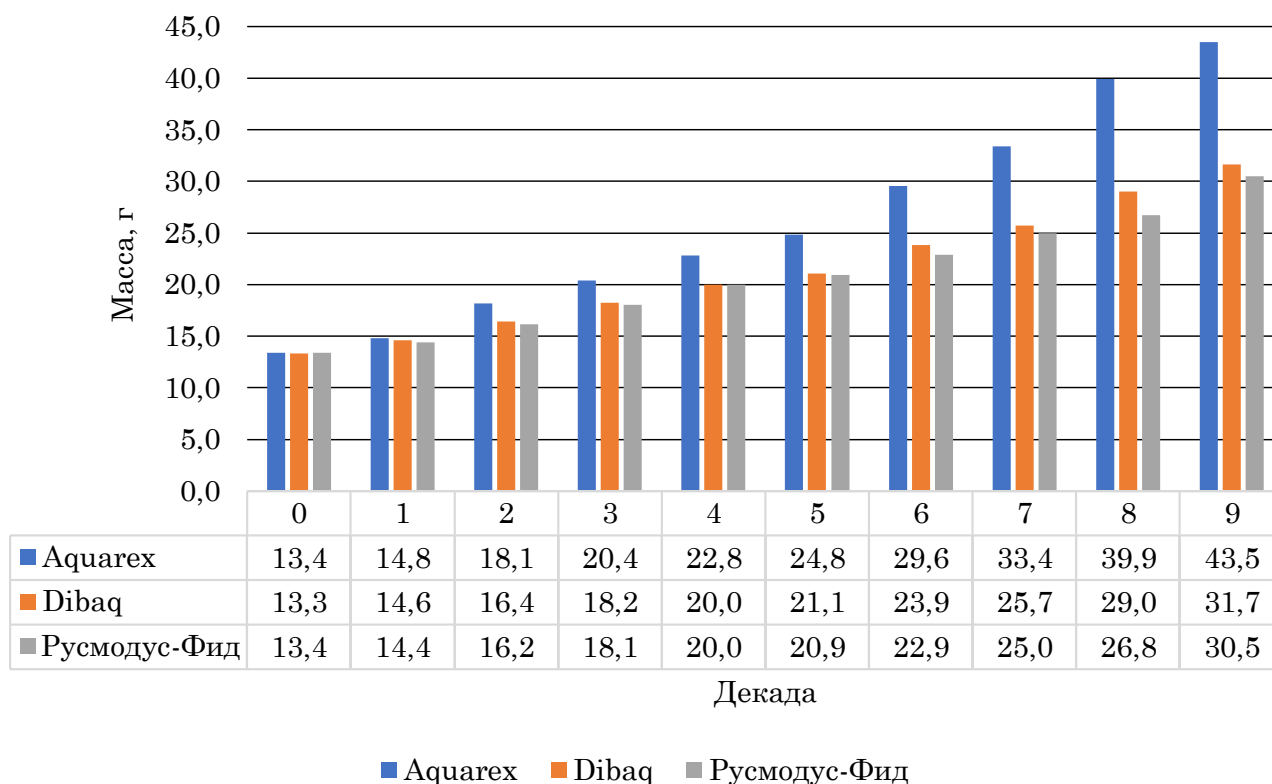
Материалом для работы послужили исследования, проводимые в период

с 01.09.2025 по 30.11.2025. Для эксперимента было отобрано 90 экз. молоди стерляди, которые были позже рассажены по 30 экз. в садки размером 80 × 44 × 52 см. Кормление проводили дважды в сутки экструдированными кормами: Aquarex Нера-Expert, Dibaq Esturion, Русмодус-Фид Gold. Норма кормления составляла 3 % от общей биомассы для каждой группы.

Результаты и обсуждение

Сравнительная характеристика накопления средней массы представлена на рисунке.

Прирост массы за всё время исследования составил 30,1 г для группы, выращенной на корме Aquarex. Наибольший прирост наблюдается во вторую декаду, где составил 3,3 г или 22,4 % от



Сравнительная характеристика средней массы по декадам

Таблица 1

Основные рыбоводно-биологические характеристики

Показатель	Aquarex	Dibaq	Русмодус-фид
Масса начальная, г	13,4 ± 3,1	13,3 ± 4,2	13,4 ± 4,4
Масса конечная, г	43,5	31,7	30,5
Общий прирост, г	30,1	18,4	17,1
Среднесуточный прирост, г	0,33	0,20	0,19
Среднесуточная скорость роста, %	1,32	0,97	0,92
Выживаемость, %	70	70	70
Продолжительность эксперимента, сут.	90	90	90

массы. Наименьший прирост наблюдается в пятую декаду, где составил 2,0 г или 8,9 % от массы. Для группы, выращенной на корме Dibaq прирост массы, составил 18,4 г. Наибольший прирост наблюдается в шестую декаду, где составил 2,8 г или 13,1 % от массы. Наименьший прирост наблюдается в пятую декаду, где составил от 1,1 г или 5,5 % от массы. Для группы, выращенной на корме Русмодус-фид прирост массы, составил 17,1 г. Наибольший прирост наблюдался в 9 декаду, где составил 3,7 г или 13,9 % от массы. Наименьший прирост наблюдался в 5 декаду, где составил 0,9 г или 4,5 % от массы.

Экспериментальная группа, выращенная на корме Aquarex со второй декады, показывает отличие в росте на 1,7 г. в сравнении с Dibaq, и 1,9 г в сравнении с Русмодус-фид, и имеет наибольшую среднюю массу по окончанию исследования.

Разница в средней массе на конец эксперимента составляет 11,8 г или 31,4 % в сравнении с Dibaq и 13 г или 35,1 % в сравнении с Русмодус-Фид. Группа выращенная на Dibaq показывает малое отличие от группы выращенной на Русмодус-Фид. Так разница в приросте средней массы варьируется от минимальной — 0 г или 0 % в четвертую декаду, до максимальной — 2,2 г или 7,9 % в восьмую декаду. В остальные декады разница в приросте не превышает 4,3 %.

В результате выполнения работы были получены рыбоводно-биологические показатели, характеризующие на-

чальную и конечную массу особей, прирост, среднесуточный прирост, показаны в табл. 1.

Прирост за весь период эксперимента составил 30,1 г для группы, выращенной на корме Aquarex, 18,4 для группы на Dibaq, 17,1 для группы на Русмодус-фид. Среднесуточный прирост составил 0,33 г для Aquarex, 0,20 для Dibaq, 0,19 для Русмодус-фид. Среднесуточная скорость роста составила 1,32 % для Aquarex, 0,97 % для Dibaq, 0,92 % для Русмодус-фид.

Сравнительная характеристика по расходу кормов и кормовому коэффициенту представлена в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика групп

Показатель	Aquarex	Dibaq	Русмодус-фид
Начальная биомасса, г	402,1	400,3	402
Конечная биомасса, г	870	665	640
Абсолютный прирост, г	467,9	264,7	238,0
Использовано корма, г	773,2	656,2	627,9
Кормовой коэффициент, кг/кг	1,65	2,48	2,64
Цена корма, р	255	300	204

Из табл. 2 видно, что корм Aquarex имеет самый низкий кормовой коэффициент по сравнению с остальными представленными кормами. Dibaq имеет кормовой коэффициент на 0,16 меньше чем Русмодус-фид но имеет более высокую

стоимость по сравнению с остальными кормами.

Микробиологический анализ корма представлен в табл. 3.

Таблица 3

Микробиологический анализ кормов

Показатель	Aquirex	Dibaq	Русмодус-фид
ОЧГ, КОЕ/г	200	800	1100
ОМЧ, КОЕ/г	400	1200	2500

Из табл. 3 видно, что наименьшее ОМЧ, КОЕ/г 400 представлено у кор-

ма Aquirex, тогда как у Русмодус-фид оно максимальное 2 500 КОЕ/г среди остальных представленных кормов. ОЧГ также, как и ОМЧ, минимально у корма Aquirex и составляет 200 КОЕ/г, а у Русмодус-фид оно максимальное и составляет 1 100 КОЕ/г.

Таким образом, проведённые исследования показали, что корм Aquarex демонстрирует высокие показатели и меньшую цену, по сравнению с импортным кормом Dibaq и отечественным Русмодус-фид, в условиях установки замкнутого водоснабжения.

Библиографический список

Комбикорма для рыб: производство и методы кормления / Е.А. Гамыгин, В.Я. Лысенко, В.Я. Скляров, В.И. Турецкий. — М.: Агропромиздат, 1989. — 168 с.

Оптимальная плотность посадки молоди стерляди, выращиваемой в установке с замкнутым циклом водоснабжения / М.А. Маммаев, М.М. Шихшабеков, М.К. Мирзаханов, Л.М. Маммаева // Вестник ВГУ. Сер.: Химия. Биология. Фармация. — 2018. — № 3. — С. 78—82.

Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств / Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, Е.Н. Понамарев [и др.]. — Ростов н/Д.: ЮНЦ РАН, 2006. — 72 с.

Скляров В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. — М.: ВНИРО, 2008. — 150 с.

УДК 579.2:574.5(470.620)

**ВОДНЫЕ ГРИБЫ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВЯЗИ В ЭКОСИСТЕМАХ
МОСТОВСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

А. М. Иваненко, А. Д. МIRON

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: mir0naleksandra@yandex.ru*

Изучению пресноводных грибов и грибоподобных организмов уделяется недостаточно внимания. Их роль в структуре и функционировании пресноводных экосистем не просто велика, а считается ключевой. Микобиота является элементом любой водной экосистемы, который служит её сохранению и поддержанию в целостности (Щербакова, 1979).

Наши знания о микобиоте пресноводных экосистем настолько малы, что в различных теоретических и модельных представлениях о таких экосистемах микологический компонент не рассматривается, а это делает предлагаемые концепции далеко не полными, с упущением одного из важных элементов данных систем (Воронин, 2023). Следует отметить, что на сегодняшний день мало что известно о разнообразии и распространении грибов и грибоподобных организмов, их роли в пресноводных экосистемах нашей страны. Исследования микобиоты пресных водоёмов, водотоков и подземных вод Мостовского района ранее не проводились.

Материал и методы

В ходе исследований (март — апрель 2026 г.) нами были взяты и обработаны пробы из 5 водоёмов (рис. 1), отличающихся друг от друга по типу, расположению, размеру и температуре воды. Все водоёмы расположены на территории Мостовского района. Среди рассматриваемых водоёмов наиболее специфичными являются: водопроводный колодец, расположенный на территории частного участка в черте пгт. Мостовского и искусственно созданный пруд на окраине населённого пункта, в который осуществляется постоянный сброс тер-

мальной воды с базы отдыха «София». Оставшиеся три водоёма представлены р. Лабой, прудом и заводнённым участком.

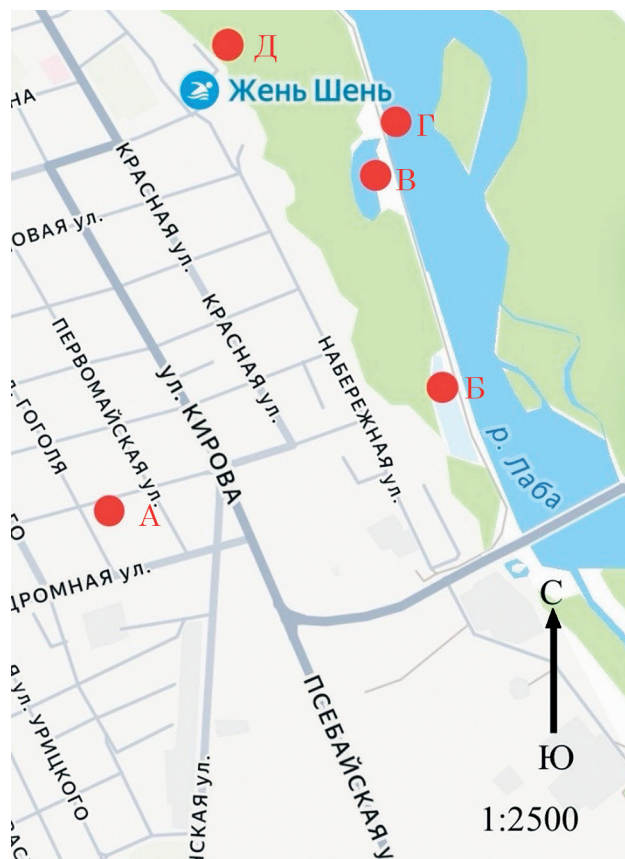


Рис. 1. Расположение точек сбора в исследуемых водоёмах на территории Мостовского района:

А — водопроводный колодец; Б — заводнённый участок берега р. Лабы; В — пруд; Г — р. Лаба; Д — водоём со стоком термальных вод

Получение субстратов для проведения исследования осуществляли путём сбора листьев, грунта, фрагментов околосредовой и водной растительности, древесины, корней, соцветий, перьев, и насекомых, которые в течение продолжительного времени были погружены в воду. Также для получения проб исполь-

зовали метод «приманок», заключающийся в том, что определённый субстрат (приманку) погружали в приборе специальной конструкции (рис. 2) в водоём и выдерживали там до тех пор, пока на поверхности приманки не появится мицелий или не образуются пустулы грибов (Литвинов, Дудка, 1975.).

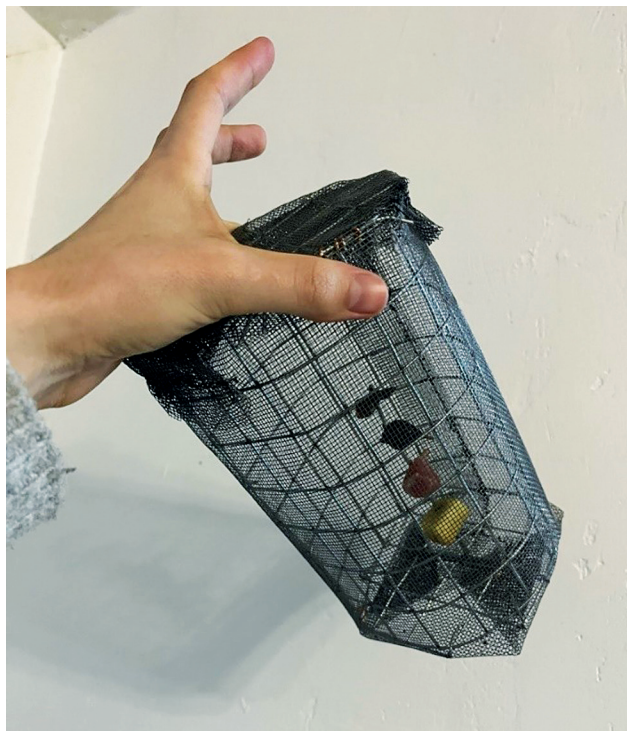


Рис. 2. Приспособление для погружения приманок в воду

В качестве приманок для улавливания водных микромицетов использовали яблоко, плоды шиповника, остатки мёртвых насекомых и мясо. Выбор подобного набора субстратов обусловлен определённой приуроченностью представителей разных таксонов к тем или иным субстратам. В лаборатории полученные субстраты промывали под проточной водой и помещали в чашки Петри, заливая тонким слоем дистиллированной воды. По мере необходимости воду доливали. Инкубацию производили в течение 2—14 сут. при комнатной температуре. Чашки Петри просматривали невооружённым глазом. При обнаружении мицелия, переносили фрагмент субстрата на предметное стекло и микроскопировали (Литвинов, Дудка 1975).

Результаты и обсуждение

В ходе исследований нами был проведён анализ морфологических характеристик водных грибов, обнаруженных на собранных субстратах. Он включал в себя рассмотрение морфологических признаков плодовых тел, тип мицелия, цвет, форму и текстуру. На основании особенностей морфологического строения определяли таксономическое положение микромицетов.

В результате исследований нами было выявлено 15 родов водных грибов, принадлежащих к 5 отделам. Наиболее представленным в таксономическом отношении отделом является Ascomycota с 8 родами (*Dendrospora*, *Tetrachaetum*, *Speiopsis*, *Sigmoidea*, *Dimorphospora*, *Articulospora*, *Calarispora*, *Bacillispora*). Среднее содержание обнаруженных родов у отделов Chytridiomycota — два (*Rhizophydium* [рис. 3], *Olpidium*) и Oomycota — три (*Saprolegnia* [рис. 4], *Phytophthora*, *Pythium*). Отделы Blastocladiomycota (*Allomyces*) и Zygomycota (*Mucor*) немногочисленны и представлены по одному роду каждый.



Рис. 3. Представитель рода *Rhizophydium* на роголистнике (*Ceratophyllum* sp.)

Также был проведён сравнительный анализ таксономического состава микромицетов в исследуемых водоёмах. Для оценки сходства видового состава был использован индекс Сьеренсена (K_{sr}), вычисляемый по формуле:

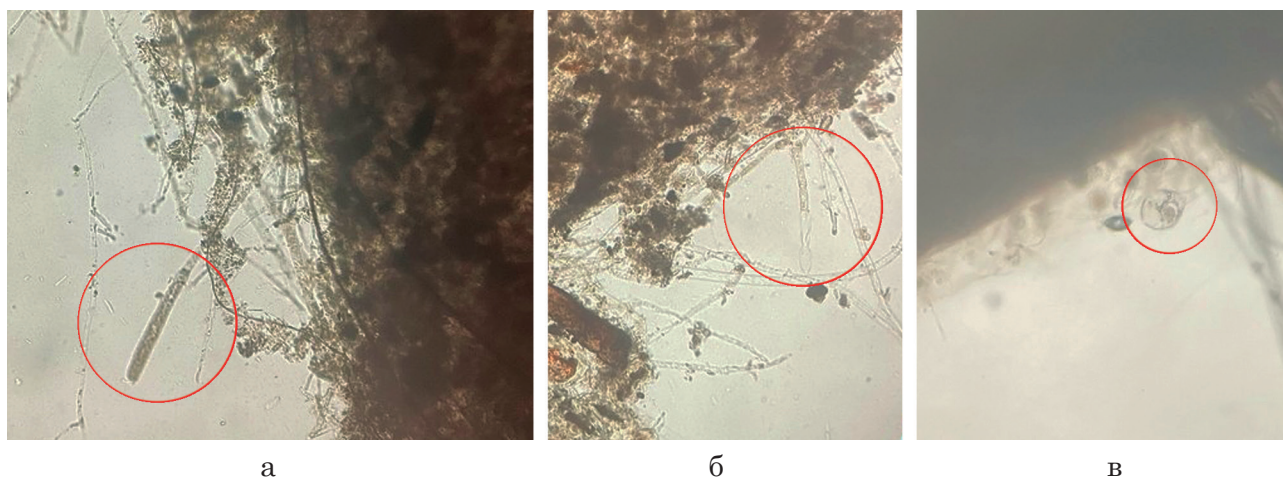


Рис. 4. Мицелий представителей рода *Saprolegnia* с полными спорами спорангием (а), с пустым спорангием (б) и с оогонием и антеридием (в)

$$K_{Sr} = \frac{2c}{(a+b)},$$

где a — количество видов в первом местообитании;

b — количество видов во втором местообитании;

c — количество общих видов в двух местообитаниях (Бодягин, 2008).

Каждый водоём был сравнён со всеми остальными (таблица).

Согласно результатам выявления сходства между сообществами в исследуемых местообитаниях по коэффициенту Сьеренсена степень таксономического сходства микробиотных сообществ в исследуемых местообитаниях незначительная. По количеству родов более схожи сообщества микробиотных колодца и пруда, заводнённого участка и р. Лабы. Коэффициент Сьеренсена — 0,18 и 0,57

соответственно, все водоёмы находятся в пределах пгт. Мостовского, но значения коэффициента все же не так велики, чтобы говорить о высоком сходстве между местообитаниями. Низкие значения этого показателя между изученными микробиотными сообществами свидетельствуют о специфичности и уникальности разных биоценозов в Мостовском районе.

В ходе исследования наибольшее количество водных микробиотных было обнаружено в водоёме со стоком термальных вод (8 родов). Среднее количество родов получили из пруда, питаемого водами р. Лабы (6 родов) и водопроводном колодце (5 родов). В остальных местообитаниях количество микробиотных было немного меньше — 4 рода в заводнённом участке и 3 — в р. Лаба.

Опираясь на таксономический состав водных грибов, выявленный в ходе

Значения коэффициента Сьеренсена (K_{Sr}) для сравниваемых водоёмов

Сравниваемые водоёмы	K_{Sr}	Сравниваемые водоёмы	K_{Sr}
Колодец и водоём со сбросом термальных вод	0,46	Водоём со сбросом термальных вод и заводнённый участок	0,50
Колодец и пруд	0,18	Водоём со сбросом термальных вод и р. Лаба	0,54
Колодец и заводнённый участок	0,67	Пруд и заводнённый участок	0,25
Колодец и р. Лаба	0,50	Пруд и р. Лаба	0,00
Водоём со сбросом термальных вод и пруд	0,29	Заводнённый участок и р. Лаба	0,57

исследования некоторых водоёмов Мостовского района, можно проследить их многочисленные трофические связи в пресноводных экосистемах.

В первую очередь стоит осветить их роль в общем круговороте веществ. Микробиоты, принимая активное участие в процессах разложения и минерализации различных органических субстратов, поступающих в водоём от растений и животных, делают их доступными для потребления другими организмами. Например, все описанные выше рода, кроме представителей отдела Chytridiomycota, на момент сбора и идентификации использовали исключительно сапротрофный тип питания, разлагая как погружённые в водоёмы приманки, так и собранные там субстраты (листва, цветы, перья). Но для некоторых из них характерен и факультативный паразитизм на животных и растениях. Самым ярким представителем данной группы является род *Saprolegnia*. Именно данный род в пробах встречается чаще остальных (8 раз), размещаясь на мясе, насекомых, шиповнике и найденном пере. Также сами грибы выступают продуцентами питательных веществ. Пищей для многих одноклеточных и беспозвоночных (инфузории, рачки, моллюски) могут

служить как мицелий, так и споры водных грибов. В пробах отмечено обильное развитие беспозвоночных, которые питались как продуктами распада растительных остатков, так и мицелием грибов.

Некоторая часть водных грибов паразитирует на растениях, животных и грибах. В ходе исследований удалось зафиксировать двух представителей отдела Chytridiomycota, представленных паразитами водных растений и грибов. Оба они получены из водоёма, в который осуществляется сброс термальных вод. Первый представитель (*Rhizophyidium*) паразитировал на роголистнике (*Ceratophyllum*), второй (*Olpidium*) — на мицелии образца рода *Saprolegnia*. В случае паразитизма на мицелии водного гриба был хорошо замечен процесс разрушения таллома хозяина под воздействием ферментов паразита и его поедание одноклеточными организмами.

Заключение

Таким образом, во всех исследованных водоёмах Мостовского района преобладают сапротрофные формы микробиоты, а паразитные и хищные представлены незначительным количеством представителей.

Библиографический список

- Бодягин В.В. Водные и водно-воздушные гифомицеты города Москвы и некоторых территорий Московской области: специальность 03.00.24 «Микология»: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Бодягин Василий Владимирович. — М., 2008. — 22 с.
- Воронин Л.В. Грибы и грибоподобные организмы в пресноводных экосистемах: учеб. пособие. — Ярославль: Филигрань, 2023. — 123 с.
- Литвинов М.А., Дудка И.А. Методы исследования микроскопических грибов пресных и солёных (морских) водоёмов. — Л.: Наука, 1975. — 151 с.
- Щербакова А.А. История ботаники в России до 60-х гг. XIX века (додарвиновский период). — Новосибирск: Наука, 1979. — 368 с.

УДК 639.3:331.108.26:004

**ПОДГОТОВКА КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ — ОСНОВА
ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АКВАКУЛЬТУРЫ**

М. А. Козуб

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: mariya.kozub@mail.ru*

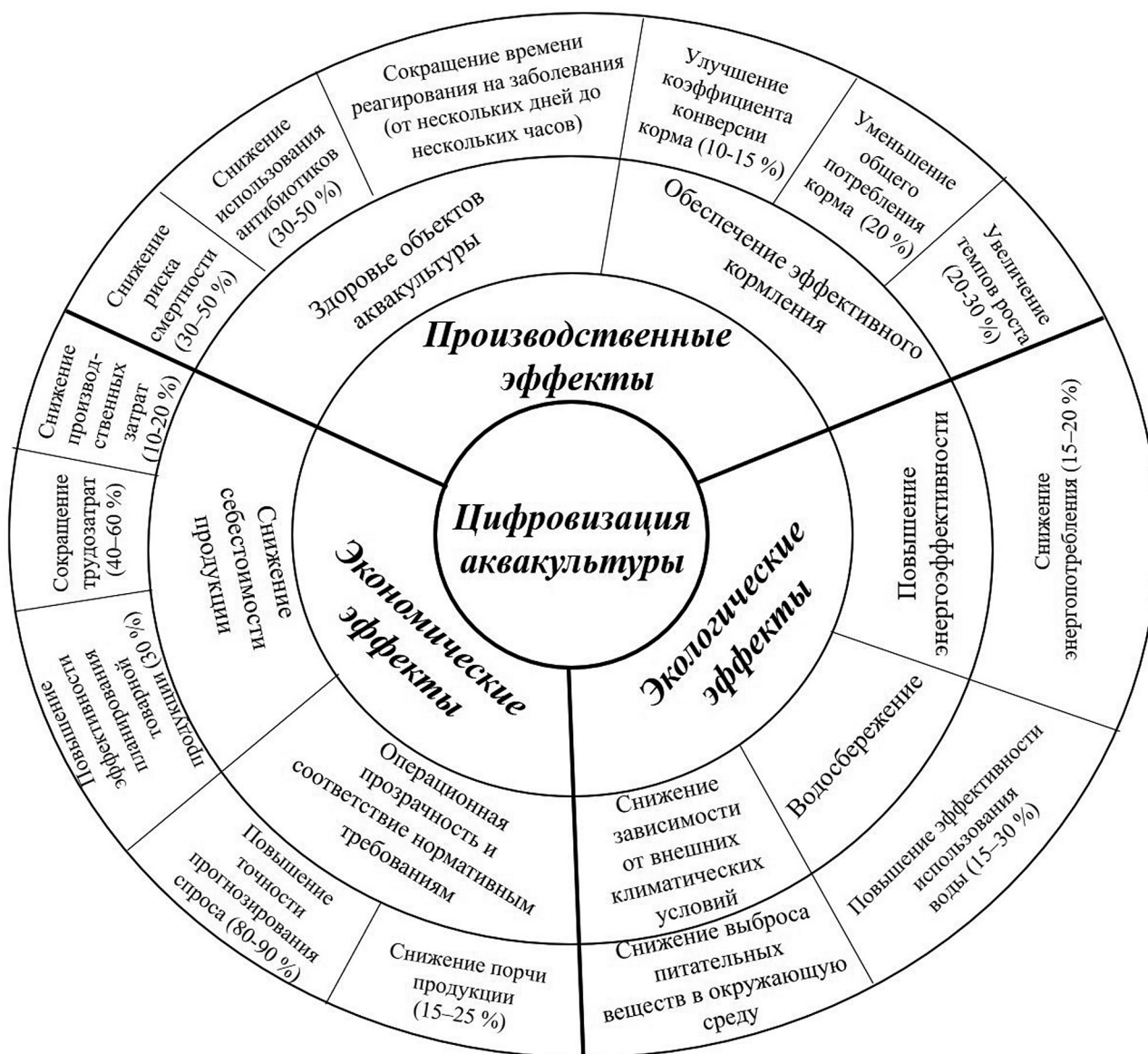
Цифровизация аквакультуры — мировой тренд и важнейший фактор устойчивости этой отрасли. Цифровые технологии позволяют оптимизировать кормление, осуществлять непрерывный мониторинг качества воды, снизить энергопотребление, минимизировать потери от заболеваний. Цифровые технологии определяют эффективность, устойчивость и производительность аквакультуры как отрасли, обеспечивающей продовольственную безопасность страны.

Цифровые технологии — это передовые инструменты и системы, использующие информационные и коммуникационные технологии для улучшения различных областей аквакультуры. Цифровые технологии объединяют оборудование, системы снабжения, производственные мощности, конечную продукцию и клиентов. Цифровые технологии в аквакультуре позволяют осуществить переход от управления «на основе опыта» к управлению «на основе данных». На большинстве предприятий сбор данных по-прежнему осуществляется вручную и в течение длительных периодов времени, поэтому управление и принятие решений зависят от опыта сотрудника и могут быть затронуты субъективностью человека. Осуществление сбора и хранения данных в режиме реального времени с использованием взаимосвязанных датчиков и другого автоматизированного оборудования позволяет повысить точность работы предприятия и способствует принятию более быстрых и обоснованных решений (Digital Twins ... , 2024).

Перспективы внедрения цифровых технологий затрагивают производственные, экономические и экологические эффекты (рисунок). Цифровые техно-

логии лежат в основе модернизации и высококачественного развития рыбохозяйственной отрасли (Повышение эффективности ... , 2022; Огий, 2025; Smart technologies ... , 2025; Digital twin-based ... , 2026).

Однако на пути к цифровизации существует ряд препятствий и рисков: от высоких первоначальных инвестиций для внедрения до проблем конфиденциальности данных и этических вопросов. Наиболее острой проблемой в цифровой трансформации аквакультуры является наличие квалифицированных кадров. Так в распоряжении Правительства Российской Федерации № 3309-р от 23 ноября 2023 г. «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» отмечается «недостаточная подготовка кадров, отвечающих цифровым реалиям», что «требует реализации научными и образовательными учреждениями соответствующей политики, направленной на разработку и внедрение новых и пересмотр уже существующих программ подготовки научных и профессиональных кадров с цифровыми компетенциями». Также в одной из инициатив национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики» («Аналитическое, методическое и кадровое обеспечение биоэкономики») отмечается приоритетность актуальной подготовки специалистов, наличия эффективной системы обучения, переподготовки и повышения квалификации. Таким образом, наличие актуальных образовательных программ — это основа прорывного цифрового развития рыбохозяйственного комплекса страны.



Эффекты цифровой трансформации аквакультуры

Целью данного исследования является выявление отношения обучающихся по направлению подготовки Водные биоресурсы и аквакультура к внедрению «цифрового компонента» (использования цифровых технологий в управлении аквакультурой) в образовательный процесс.

Материал и методы

Материалом для исследований послужил опрос обучающихся старших курсов бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки Водные биоресурсы и аквакультура, реализуемого в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». Сбор данных прово-

дился анонимно в 2026 г. В исследовании приняли участие 60 чел. (24 юноши и 36 девушек), средний возраст респондентов составил 21,7 года. Участникам опроса были предложены вопросы о цифровых технологиях в аквакультуре, о том, как «цифровой компонент» повлияет на удовлетворённость их обучением и о необходимости цифровых компетенций для их профессиональной деятельности.

Результаты и обсуждение

Рассмотрение качества обучения как соответствия процесса и результата запросам заинтересованных субъектов, а также признание обучающихся главными потребителями образовательных

услуг способствует актуальности исследования мнения обучающихся по дизайну образовательных программ в определённой траектории. Результаты опроса обучающихся по некоторым вопросам представлены в таблице.

Распределение ответов обучающихся о цифровых технологиях, их использовании в определённых направлениях аквакультуры и вариантов внедрения «цифрового компонента» в образовательный процесс по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура»

Вариант	% обучающихся, выбравших этот вариант
<i>Технологии цифровизации аквакультуры (множественный выбор)</i>	
Интернет вещей (IoT) / «умные датчики»	55,0
Искусственный интернет	53,3
Компьютерное зрение / машинное обучение	25,0
Роботизация / автоматизация	66,6
Цифровые двойники в аквакультуре	53,3
Блокчейн	20,0
Управление на основе больших данных / предиктивная аналитика	48,3
<i>Направления использования цифровых технологии в аквакультуре (множественный выбор)</i>	
Мониторинг качества воды	65,0
Мониторинг за здоровьем объектов аквакультуры	65,0
Обеспечение эффективного кормления	25,0
Биометрия	58,3
Некоторые технологические этапы с объектами аквакультуры (например, сортировка)	25,0
Переработка и реализация в товарной аквакультуре	23,3
Обеспечение безопасности и защиты предприятия	30,0
<i>Внедрение «цифрового компонента» в образовательный процесс (множественный выбор)</i>	
Обновление содержания лекционных занятий	38,3
Обновление содержания практических / лабораторных занятий	63,3
Знакомство с реальными успешными кейсами по цифровизации предприятий рыбохозяйственного комплекса в рамках лекционных / практических занятий	71,6
Решение кейсов по цифровизации от рыбохозяйственных предприятий	45,0
Прохождение практики на предприятиях, где используются цифровые решения (однодневные выезды)	48,3
Прохождение практики на предприятиях, где используются цифровые решения (полноценное прохождение практики)	66,6
Выполнение курсовой работы, где отдельная глава посвящена цифровизации	13,3
Выполнение ВКР по теме цифровизации аквакультуры	18,3

По мнению обучающихся наиболее важными направлениями цифровизации, которые должны быть внедрены в образовательный процесс являлись: роботизация / автоматизация, технология

в аквакультуре, цифровые двойники. Чаще всего обучающиеся выбирали одновременно два (26 %) или три (35 %) направления цифровизации.

Актуальным направлением использования цифровых технологий об-

учающиеся назвали мониторинг и прогнозирование качества воды. Именно это направление является наиболее исследованной областью применения в цифровой аквакультуре, что подчёркивает его фундаментальную важность для поддержания здоровья рыб, оптимизации эффективности производства и обеспечения экологической устойчивости. Непрерывная оценка и прогнозирование параметров воды необходимы для раннего выявления ухудшения условий и своевременного принятия мер по управлению. Более половины респондентов указали на важность изучения применения цифровых технологий в мониторинге за здоровьем объектов аквакультуры, которые позволяют более эффективно выявлять заболевания и своевременно принимать меры. Применение цифровых решений по бесконтактному сканированию рыбы для определения её средней массы, длины, темпов роста (биометрия) также вызывают интерес у обучающихся для интеграции в образовательный процесс.

Обучающиеся отмечали, какие формы внедрения «цифрового компонента» для них являются наиболее приемлемыми. Большинство обучающихся выбирали варианты, где предусматривалась практическая составляющая (выполнение практических и лабораторных работ, прохождение производственной практики).

Опрашиваемые оценивали степень развития своих цифровых компетенций на данный момент. Большинство обучающихся (56,7 %) отметили у себя среднюю степень развития цифровых компетенций, 20,0 % обучающихся — высокую степень, 13,3 % обучающихся — низкую степень. Наименее популярным вариантом являлся «выпускнику по направлению Водные биоресурсы и аквакультура не нужны цифровые компетенции» (1,7 %). Часть обучающихся (8,3 %) затруднялись ответить на этот вопрос.

Обучающимся был предложен вопрос о месте цифровых компетенции в их

образовательной траектории. Более 40 % опрошиваемых расположили цифровые компетенции на 3 месте, 20 % — на 2 месте, 16,6 % — на 1 месте, 10 % — на 4—5 местах. Выполнение различных технологических операций в аквакультуре (разведение и выращивание объектов аквакультуры, проведение ветеринарно-санитарных и лечебно-профилактических мероприятий, кормление и др.) для многих обучающихся являются первостепенными в профессиональной подготовке. Однако цифровые технологии могут быть интегрированы в эти технологические операции для их эффективного выполнения, что обуславливает выбор некоторых обучающихся вариантов «1 место» и «2 место». Наименьшее количество респондентов выбрали варианты «6—7 место» (3,3 %) и «цифровые компетенции не имеют важного значения» (1,6 %). Большинство обучающихся воспринимают использование цифровых технологий в аквакультуре как неотъемлемую часть своего будущего профессионального пути.

Большинство обучающихся указывали на то, что владение цифровыми компетенциями повысит их конкурентоспособность на рынке труда (93,3 %). Большая часть опрошенных (85,0 %), уверена, что работодатель обращает внимание на наличие цифровых компетенций у выпускников по данному направлению подготовки. Более половина респондентов (65 %) отметили, что владение цифровыми компетенциями сделает их более уверенными в будущей профессиональной деятельности, также 46,6 % опрошенных — указали, что владение такими компетенциями позволит трудоустроиться на современное предприятие рыбохозяйственной отрасли. Владение цифровыми компетенциями также может повлиять на выбор профессиональной деятельности именно в отрасли аквакультуры (26,6 %). Таким образом, внедрение образовательного компонента по цифровизации аквакультуры позволит выпускникам быть более

уверенными в своих компетенциях для работы на предприятиях рыбохозяйственного комплекса, что несомненно, окажет положительное влияние на рынок труда данной отрасли.

Удовлетворённость обучающихся обучением — это показатель качества образования, а также вариант обратной связи от студентов, позволяющей повысить эффективность процесса обучения. Более 90% респондентов отметили, что внедрение образовательного компонента повысит их удовлетворённость от обучения по данному направлению подготовки.

Таким образом, у обучающихся по направлению подготовки Водные биоресурсы и аквакультура имеется запрос на изучение технологий цифровизации аквакультуры, а также на их эффективное внедрение на предприятия. Также обучающиеся рассматривают цифровые компетенции как неотъемлемую часть своей профессиональной деятельности.

В ближайшее время кафедре водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КубГУ» необходимо создать такие условия обучения, позволяющие не только обучающимся владеть цифровыми компетенциями, но и иметь способность самостоятельно определять их эффективное использование в технологических процессах, а также для приобретения профессионального мышления работника аквакультуры как высокотех-

нологичной и передовой отрасли. Такие образовательные условия позволят выпускникам быть конкурентоспособными в условиях профессиональной деятельности, которая на современном этапе характеризуется неопределённостью, нелинейностью и высокой скоростью изменений.

Для более полного понимания того, как осуществить внедрение цифровых технологий в аквакультуру и какова роль в этом процессе выпускников по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура», необходимо также привлечь к этому вопросу внимание работодателей. Представляется интересным выяснить, как сотрудники предприятий видят процесс цифровой трансформации аквакультуры и каков их реальный запрос на сотрудников с цифровыми компетенциями. Комплексное исследование, включающее обучающихся, преподавательский состав и представителей предприятий аквакультуры, позволит определить наиболее эффективные пути внедрения цифровых технологий в рыбохозяйственный комплекс.

Публикация осуществляется в рамках проекта «Кейс-чемпионат по цифровой трансформации аквакультуры», реализуемого победителем грантового конкурса для преподавателей 2025/2026 Стипендиальной программы Владимира Потанина.

Библиографический список

Огий О.Г. Оценка влияния цифровизации на результативность организаций рыболовства и аквакультуры // Труды ВНИРО. — 2025. — Т. 201. — С. 154—171.

Повышение эффективности производства аквакультуры через развитие информационных цифровых технологий / О.И. Бетин, А.С. Труба, В.П. Черданцев, М.В. Тронина // Вопросы рыболовства. — 2022. — № 23 (3). — С. 163—170.

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.11.2023 № 3309-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года».

Digital twin-based smart aquafarm monitoring system with multi-instance learning based on autoencoder model / J. Kim, H. Hwang, Y. Ko [et al.] // Aquacultural Engineering. — 2026. — Vol. 112. — Art. 102656.

Digital Twins in intensive aquaculture / M. Forea, M.O. Alvera, J.A. Alfredsena [et al.] // Challenges, opportunities and future prospects Computers and Electronics in Agriculture. — 2024. — Vol. 218. — Art. 108676.

Smart technologies in aquaculture: An integrated IoT, AI, and blockchain framework for sustainable growth / J.I. Chandran, H.A. Khalil, P. Hashir, S. Veerasingam // Aquacultural Engineering. — 2025. — Vol. 111. — Art. 102584.

УДК 597.553.2:591.4(262.5)

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЧЕРНОМОРСКОЙ (*ALOSA IMMACULATA*) И АЗОВСКОЙ (*ALOSA MAEOTICA*) СЕЛЬДЕЙ ПО КОМПЛЕКСУ ПЛАСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

К. Г. Кузьменко

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: Kostya.kravchinko@mail.ru

Сельди рода *Alosa* LINCK, 1790 являются важными промысловыми объектами Азово-Черноморского бассейна. Однако систематический статус черноморской (*Alosa immaculata* BENNETT, 1835) и азовской (*Alosa maeotica* GRIMM, 1901) сельдей остаётся предметом острых научных дискуссий. Ряд исследователей рассматривает их в качестве самостоятельных видов, другие — как подвиды или экологические расы единого политипического вида *Alosa pontica* (EICHWALD, 1838) (Световидов, 1964; Kottelat, Freyhof, 2007). Молекулярно-генетические данные указывают на низкий уровень дивергенции между черноморскими и азовскими популяциями, в то время как морфометрические исследования выявляют устойчивые различия по ряду пластических признаков (Межжерин, Федоренко, 2012; Межжерин, Вернигора, 2013).

В условиях прогрессирующего осолонения Азовского моря, достигшего в 2025 г. рекордных 16 ‰ (Некоторые особенности промысла ... , 2025), и сопутствующей перестройки экосистемы надёжная идентификация этих форм приобретает не только фундаментальное, но и прикладное значение — для корректной оценки запасов и регулирования промысла.

Цель работы — оценить степень морфологической обособленности *A. immaculata* и *A. maeotica* с применением двухфакторного дисперсионного и дискриминантного анализов.

Материал и методы

Сбор материала осуществляли в двух районах Азово-Черноморского бассейна. Черноморскую сельдь (*A. immaculata*) отлавливали в северо-восточной

части Чёрного моря (район Туапсе—Сочи) в июне—октябре 2023 г. крючковыми орудиями лова. Азовскую сельдь (*A. maeotica*) — в Керченском проливе в марте—апреле 2025 г. закидными неводами. Общий объём первичного материала составил 165 экз., после исключения двух ювенильных особей итоговая выборка включала 163 половозрелые особи: *A. immaculata* — 65 экз. (20 самцов и 45 самок), *A. maeotica* — 98 экз. (90 самцов и 8 самок).

Биологический анализ выполняли по стандартным ихтиологическим методикам (Правдин, 1966). Морфометрический анализ проводили по 22 пластическим признакам с последующим нормированием на промысловую длину (*l*) либо на длину головы (*ao*). Статистическую обработку данных осуществляли с использованием пакетов Microsoft Excel и StatSoft Statistica 10.0. Достоверность различий оценивали методом двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с фиксированными факторами «вид» (два уровня: *A. immaculata* и *A. maeotica*) и «пол» (два уровня: самцы и самки). Для оценки степени межгрупповой дифференциации применяли дискриминантный анализ с пошаговым включением переменных. Группирующей переменной служила комбинация видовой принадлежности и пола (четыре группы: самцы *A. immaculata*, самки *A. immaculata*, самцы *A. maeotica*, самки *A. maeotica*). Качество дискриминации оценивали по проценту корректной классификации и расстояниям Махаланобиса. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

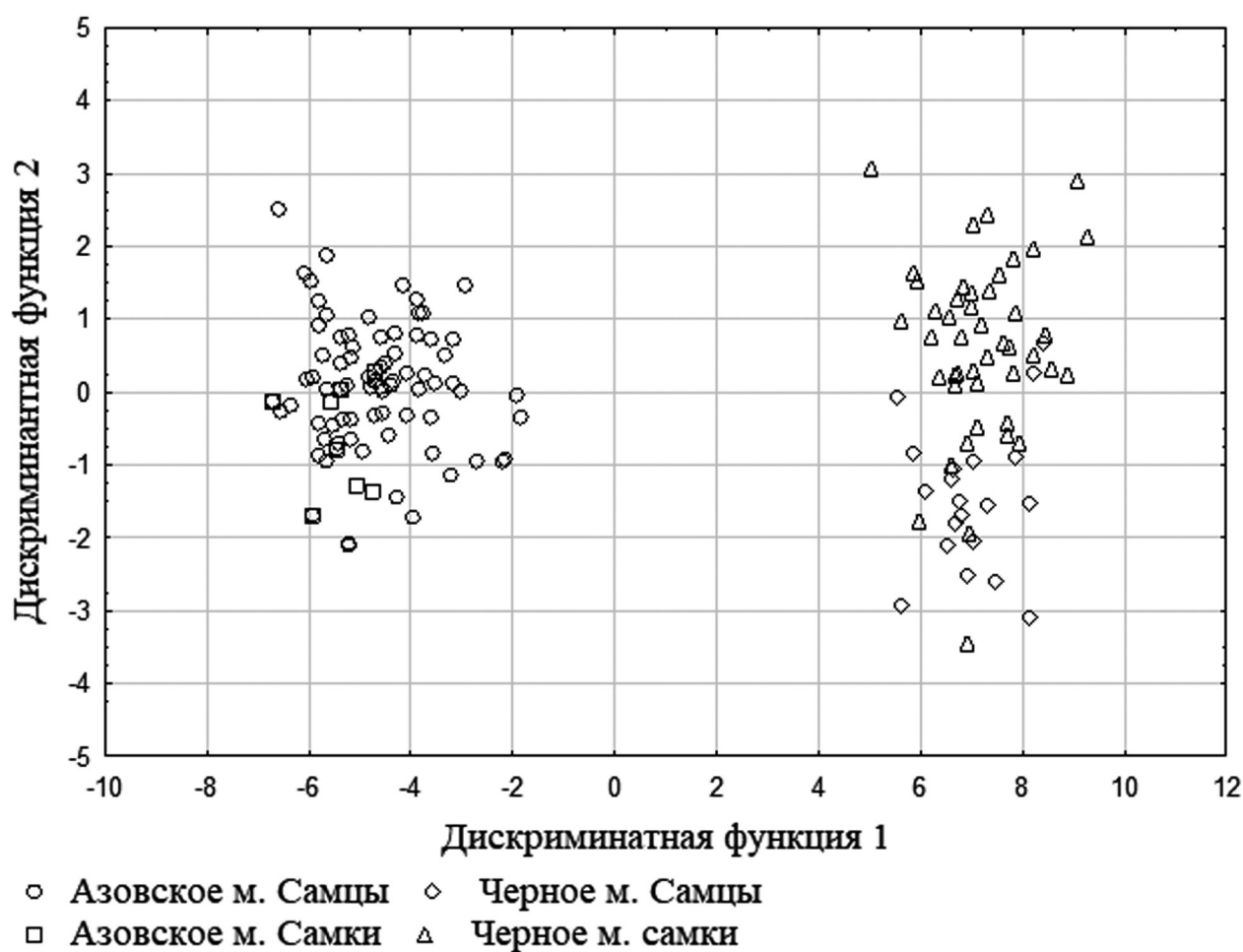
Результаты и обсуждение

Половая структура двух исследованных выборок имела противоположный характер. У *A. maeotica* резко преобладали самцы (91,8 %), тогда как у *A. immaculata* доминировали самки (69,2 %). Различия статистически высоко значимы ($p < 0,01$) и объясняются разными сроками и маршрутами нерестовых миграций.

По линейно-массовым показателям *A. maeotica* достоверно превосходила *A. immaculata*: средняя общая масса тела у самцов азовской сельди была выше на 18,4 г (175,2 против 156,8 г), у самок — на 30,0 г (190,9 против 160,9 г). Промысловая длина у обоих видов варьировала в сходных пределах (22,5—23,6 см), и статистически значимых различий по этому показателю не выявлено ($p > 0,05$). Коэф-

фициенты упитанности по Фультону и Кларк также были достоверно выше у *A. maeotica* ($p < 0,001$). Гонадосоматический индекс, напротив, оказался выше у *A. immaculata* (2,1 против 1,4—1,7 % у *A. maeotica*; $p < 0,001$), что объясняется разными сезонами сбора материала.

Двухфакторный дисперсионный анализ 22 нормированных морфометрических признаков выявил статистически значимое влияние фактора «вид» для большинства из них. Наиболее выраженные межвидовые различия обнаружены по антедорсальному расстоянию ($F = 1098,22$; $p < 0,001$), длине брюшных плавников ($F = 415,16$; $p < 0,001$), длине основания анального плавника ($F = 209,89$; $p < 0,001$) и наибольшей высоте спинного плавника ($F = 199,07$; $p < 0,001$). У *A. maeotica* спинной плав-



Распределение особей *Alosa immaculata* и *Alosa maeotica* в пространстве первой и второй дискриминантных функций

ник был достоверно сильнее сдвинут назад, а брюшные и анальный плавники — относительно крупнее, что может служить адаптацией к обитанию в более мелководных и гидродинамически нестабильных условиях Азовского моря. По признакам головы (длина головы, длина рыла, горизонтальный диаметр глаза) и длине хвостового стебля достоверных межвидовых различий не выявлено ($p > 0,05$). Половой диморфизм оказался значимым только для наименьшей высоты тела ($p = 0,023$); взаимодействие «вид × пол» было достоверным для отдельных признаков плавников.

Общая модель дискриминантного анализа оказалась высоко значимой [λ Уилкса = 0,018; $F(60, 418) = 19,987$; $p < 0,001$]. Первая каноническая дискриминантная функция описывала 98,5 % межгрупповой дисперсии и полностью разделяла выборки по видовой принадлежности. В пространстве канонических функций особи *A. immaculata* и *A. maeotica* формировали два практически неперекрывающихся кластера, внутри каждого из которых самцы и самки располагались компактно (рисунк).

Количественная оценка межгрупповых различий на основе квадратов расстояний Махаланобиса показала, что межвидовые дистанции (138,52—163,29)

многократно превышали внутривидовые различия между полами (3,77 у *A. maeotica* и 4,43 у *A. immaculata*) (табл. 1). Таким образом, по комплексу из 20 нормированных признаков азовская и черноморская сельди отстоят друг от друга в 30—40 раз дальше, чем самцы и самки внутри каждого из видов.

Матрица классификации (табл. 2) продемонстрировала 100-процентную точность отнесения особей к соответствующим видам: ни одна особь *A. immaculata* не была идентифицирована как *A. maeotica*, и наоборот. Все ошибки классификации (9,8 %) были связаны исключительно с неверным определением пола внутри видов, что объясняется слабой выраженностью полового диморфизма и, в случае самок *A. immaculata*, крайне малым объемом выборки (8 экз.).

Полученные результаты хорошо согласуются с выводами С.В. Межжерина и О.В. Вернигоры (2013), которые на основе анализа 26 пластических промеров также показали, что *A. maeotica* отличается от *A. immaculata* большими линейными размерами, массой и рядом пропорций тела. Вместе с тем в настоящей работе впервые с применением дискриминантного анализа продемонстрирована 100-процентная точность видовой идентификации по комплексу морфометрических признаков.

Таблица 1

Квадраты расстояний Махаланобиса (над диагональю) и уровни значимости (под диагональю) между группами сельди

Группа	Самцы Азовское море	Самки Азовское море	Самцы Чёрное море	Самки Чёрное море
Самцы Азовское море	—	3,77	138,52	141,46
Самки Азовское море	0,247	—	158,08	163,29
Самцы Чёрное море	<0,001	<0,001	—	4,43
Самки Чёрное море	<0,001	<0,001	<0,001	—

Примечание — выше главной диагонали таблицы приведены квадраты расстояний Махаланобиса между группами самок и самцов сельди, ниже — вероятность нулевой гипотезы, позволяющая оценить достоверность этих расстояний.

Таблица 2

Матрица классификации особей сельди по комплексу морфометрических признаков

Группа	Процент правильной классификации	Самцы Азовское море	Самки Азовское море	Самцы Чёрное море	Самки Чёрное море
Самцы Азовское море	95,6	86	4	0	0
Самки Азовское море	50,0	4	4	0	0
Самцы Чёрное море	80,0	0	0	16	4
Самки Чёрное море	91,1	0	0	4	41
Всего:	90,2	90	8	20	45

Примечание — строки — наблюдаемые классы; столбцы — предсказанные классы.

Заключение

Таким образом, *A. immaculata* и *A. taeotica* представляют собой два чётко обособленных морфологических кластера. Межвидовые расстояния Махаланобиса на порядок превышают внутривидовые, а дискриминантный анализ обеспечивает безошибочную

классификацию. Вопрос о соответствии данной обособленности видовому статусу требует дальнейших генетических исследований, однако для целей промыслового учёта и регулирования рыболовства исследованные формы должны рассматриваться как самостоятельные единицы запасов.

Библиографический список

Межжерин С.В., Вернигора О.В. Свидетельства многокомпонентной структуры миграционного стада и морфологические отличия сельдей рода *Alosa* (Clupeiformes, Alosiinae) Азовского моря // Вестник зоологии. — 2013. — Т. 47, № 1. — С. 60—66.

Межжерин С.В., Федоренко Л.В. Дифференциация и аллозимная изменчивость пузанковых сельдей рода *Alosa* (Clupeiformes, Alosiinae) Азово-Черноморского бассейна // Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки. — 2012. — № 1. — С. 5—14.

Некоторые особенности промысла и состояние запаса черноморско-азовской проходной сельди (*Alosa immaculata*, BENNETT, 1836) в Азово-Черноморском бассейне в период 2020—2024 годов / И.Д. Козоброд, А.А. Смирнов, М.М. Пятинский, О.С. Гуськова, С.В. Жукова // Рыбное хозяйство. — 2025. — № 3. — С. 54—62.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / под ред. проф. П.А. Дрягина и канд. биол. наук. В.В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая пром-ть, 1966. — 376 с.

Световидов А.Н. Рыбы Чёрного моря. — М.; Л.: Наука, 1964. — 551 с.

Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. — Delémont: Imprimerie du Démocrate SA, 2007. — 646 p.

УДК 639.4.05

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТА ФИКОБИЛИПРОТЕИНОВ ИЗ *ARTHROSPIRA PLATENSIS* В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРА КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА ГИГАНТСКОЙ УСТРИЦЫ — *MAGALLANA GIGAS* (THUNBERG, 1793) (ЭКСПЕРИМЕНТЫ *IN VITRO* И *IN VIVO*)

Т. А. Кухарева, А. А. Ткачук, М. С. Подольская, В. В. Парфенов, А. Б. Боровков,
Е. А. Богачева, А. Ю. Андреева

ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Россия

E-mail: kukhareva@ibss-ras.ru

Гигантская устрица — *Magallana gigas* (THUNBERG, 1793) — один из основных марикультурных объектов российского Причерноморья. В настоящее время перспективным является создание питомников по получению молоди устриц. Однако перенос взрослых устриц — производителей молоди — в искусственную среду питомников сопряжён с комплексом мероприятий, вызывающих развитие стресса, что может приводить к повышенному риску развития инфекций (Reproduction Under Stress ... , 2021). Поэтому особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку научно-обоснованных рекомендаций по повышению иммунитета устриц-производителей молоди в питомниках.

Чрезвычайную важность для здоровья моллюсков имеет рацион питания. Фикобилипротеины (ФБП), экстрагируемые из спирулины — *Arthrospira platensis*, известны своими противовоспалительными, антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами (Effect ... , 2022). Улучшение показателей иммунной системы на фоне применения биодобавок из спирулины показано в исследованиях для многих видов рыб (Effects of dietary ... , 2018). Однако в отношении двустворчатых моллюсков такие исследования не проводились.

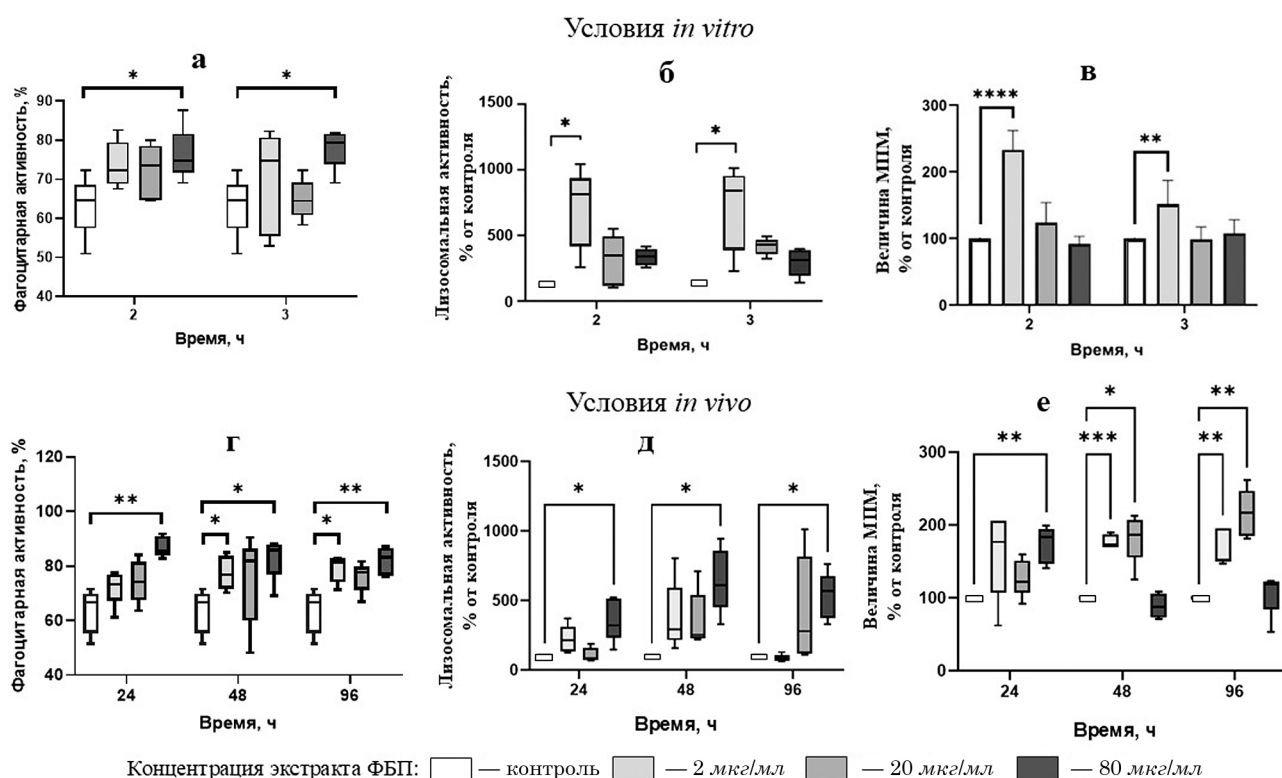
Целью настоящей работы было исследование иммуномодулирующих свойств водного экстракта ФБП из спирулины (*A. natalensis*) в отношении гигантской устрицы (*M. gigas*).

Материал и методы

В экспериментах *in vitro* была проведена оценка прямого воздействия экстракта (в концентрациях 2, 20 и 80 мкг/мл в течение 2 и 3 ч) на иммунные клетки устриц (гемоциты), а в модели *in vivo* оценивали иммуномодулирующие свойства экстракта (в концентрациях 2, 20 и 80 мкг/мл в течение 24, 48 и 96 ч) при его добавлении в воду аквариумов и поступлении в организм устриц путём фильтрации. Оценивали фагоцитарную активность гемоцитов (ФА), способность гемоцитов к адгезии и агрегации, мембранный потенциал митохондрий (МПМ) и лизосомальную активность.

Результаты и обсуждение

В результате настоящей работы показано, что стимуляция врождённого иммунитета может происходить при непосредственном воздействии ФБП на гемоциты устриц (эксперимент *in vitro*). При внесении экстракта ФБП в максимальной концентрации (80 мкг/мл) их ФА возрастала на протяжении всего периода эксперимента (2—3 ч) (рисунок а). Также отмечено увеличение и лизосомальной активности гемоцитов на всем периоде воздействия при более низкой концентрации экстракта 2 мкг/мл (рисунок б). В модели экспериментов *in vivo*, проверяющих наиболее вероятный путь иммуностимуляции устриц в условиях замкнутого бассейна, доказано, что ФБП сохраняют свои иммуномодулирующие свойства. Так, ФА гемоцитов возрастала в течение всего периода эксперимен-



Исследуемые в ходе работы показатели:

а, б, в — в условиях *in vitro*; г, д, е — в условиях *in vivo*

та при внесении экстракта ФБП в максимальной концентрации (80 мкг/мл) (рисунок г). При минимальной концентрации экстракта ФБП (2 мкг/мл) стимуляция фагоцитоза наступала спустя 48 ч воздействия. Количество лизосом в гемоцитах увеличивалось спустя сутки и возрастало далее при поступлении экстракта в максимальной концентрации (80 мкг/мл) (рисунок д). Таким образом, стимуляция ФА и активности лизосом гемоцитов имела выраженную концентрационную зависимость: в наибольшей степени эффект проявлялся при максимальной концентрации экстракта ФБП в воде, тогда как при меньшей концентрации рост показателей иммунитета отмечался позднее и был менее выражен.

В настоящей работе также оценивали влияние ФБП на способность гемоцитов к адгезии и агрегации. В настоящем исследовании не выявлено влияния экстракта ФБП на адгезивные свойства гемоцитов в условиях *in vitro*. В экспериментальной модели *in vivo* на начальных этапах получения экстракта отмечалось снижение количества и

площади агрегатов гемоцитов у устриц, получавших различные концентрации экстракта. Однако к концу периода наблюдений (96 ч) все показатели агрегации гемоцитов восстанавливались до уровня контроля.

Известно, что реализация иммунного ответа требует высоких энергетических затрат клеток (Extracellular adenosine ... , 2015). Следовательно, интенсивность продукции энергии в гемоцитах напрямую определяет их иммунную ёмкость и способность к реализации защитных реакций. В настоящей работе установлено, что водный экстракт ФБП повышал уровень МПМ в гемоцитах. В модели *in vitro* рост МПМ наблюдался уже при минимальной концентрации экстракта ФБП в среде (2 мкг/мл) на всем периоде наблюдений, однако при более высоких концентрациях экстракта значимых изменений МПМ не зафиксировано (рисунок в). В экспериментах *in vivo* минимальная концентрация экстракта 2 мкг/мл также индуцировала рост МПМ гемоцитов спустя 48–96 ч воздействия, однако быстрые измене-

ния вызывала концентрация 80 мкг/мл, повышая МПМ уже спустя сутки (рис. е). Следовательно, можно предположить, что экстракт способствует увеличению интенсивности аэробного метаболизма в гемоцитах устриц. Вероятно, наблюдаемый рост интенсивности митохондриального дыхания и, соответственно, продукции АТФ в гемоцитах, обеспечивает иммуномодулирующий эффект ФБП.

Заключение

Таким образом, в настоящей работе установлено, что иммуномодулирующие свойства фикобилипротеинов, по-видимому, распространяются на двустворчатых моллюсков. Иммуномодулирующие свойства экстракта проявляются при его непосредственном воздействии на гемоциты устриц, а также сохраняются при поступлении экстракта в организм путём фильтрации. Положительные изме-

нения фагоцитарной и лизосомальной активности гемоцитов отмечены уже спустя короткий промежуток времени воздействия, что говорит о высокой эффективности ФБП. При этом дозировка 80 мкг/мл проявляет наиболее выраженный иммуностимулирующий эффект. Меньшие концентрации экстракта 2—20 мкг/мл проявляют умеренный и отсроченный иммуностимулирующий эффект. Вероятно, подобная дозировка экстракта может быть достаточной для длительной профилактической поддержки иммунитета устриц. Также экстракт ФБП стимулирует аэробный метаболизм в гемоцитах устриц. Результаты исследования свидетельствуют о целесообразности применения экстракта ФБП для поддержания здоровья маточного стада гигантских устриц в период преднерестового кондиционирования в бассейнах питомников по производству молоди.

Финансирование

Работа выполнена за счёт средств гранта РНФ № 24-16-00245 «Оценка иммуномодулирующих и антиоксидантных свойств водного экстракта фикобилипротеинов (С-фикоцианин, В-фикоэритрин), перспективной кормовой добавки для гигантской устрицы *Magallana gigas*».

Библиографический список

- Effect of dietary C-Phycocyanin on growth, survival, haematology, immune response, gut microbiome and disease resistance of Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei* / S. Kizhakkekarammal Puthiyedathu, J.R.J. Angel, S. Thirugnanamurthy [et al.] // Aquac. Res. — 2022. — Vol. 53, № 17. — P. 6292—6309.
- Effects of dietary *Spirulina platensis* on growth performance, hematological and serum biochemical parameters, hepatic antioxidant status, immune responses and disease resistance of Coral trout *Plectropomus leopardus* (LACÉPÈDE, 1802) / W. Yu, G. Wen, H. Lin [et al.] // Fish Shellfish Immunol. — 2018. — Vol. 74. — P. 649—655.
- Extracellular adenosine mediates a systemic metabolic switch during immune response / A. Bajgar, K. Kucerova, L. Jonatova [et al.] // PLoS Biol. — 2015. — Vol. 13, № 4. — P. e1002135.
- Reproduction Under Stress: Acute Effect of Low Salinities and Heat Waves on Reproductive Cycle of Four Ecologically and Commercially Important Bivalves / E. Vázquez, S.A. Woodin, D.S. Wetthey [et al.] // Front. Mar. Sci. — 2021. — Vol. 8. — P. 685282.

УДК 594.3(292.471:210.5)

ТАКСОЦЕН *GASTROPODA* В ЭПИФИТОНЕ МАКРОФИТОВ ВДОЛЬ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

М. В. Макаров

ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,

г. Севастополь, Россия

E-mail: makarov@ibss-ras.ru

Таксоцен *Gastropoda* в эпифитоне макрофитов у берегов Крыма ранее изучали Е.Б. Маккавеева (1979), М.В. Макаров с коллегами (Макрозообентос..., 2020), М.В. Макаров (2024, 2025). Однако, исследования были или очень давно или на отдельных группах макрофитов. В районах м. Толстый, г. Феодосия и с. Золотое эпифитон ранее не изучали.

Цель работы — обобщить и сравнить данные по таксоцену *Gastropoda* в различных районах и на разных макрофитах.

Материал и методы

Материал собран мешками из мельничного газа в мае—сентябре 2025 г. в 8 районах побережья п-ва Крым от Севастополя до Казантипа на бурых водорослях (цистозира), зелёных (*Cladophora* sp., *Ulva intestinalis* LINNAEUS, 1753 и *U. rigida* C. AGARDH, 1823) и морской траве *Zostera* sp. Цистозира в Азово-Черноморском бассейне в настоящее время представлены двумя родами. В данных исследованиях преимущественно была *Ericaria crinita* (DUBY) MOLINARI & GUIRY, 2020, но в некоторых пробах она не определена

до вида, поэтому использовано старое название рода — *Cystoseira* C. AGARDH (1820), пом. cons. Всего отобрано 52 пробы. Макрофиты определяли по работе Н. Мильчаковой (Milchakova, 2011), *Gastropoda* — по «Определителю фауны Чёрного и Азовского морей» (Определитель ... , 1972) и работе В.Д. Чухчина (1984). Неидентифицированные до вида моллюски считались одним видом. Современные названия приведены в соответствии с базой данных WoRMS (www.marinespecies.org). Считали количество (экз.) каждого вида, взвешивали их на торсионных весах с точностью до 0,001 г, макрофиты — на весах фирмы «Sortorius» с точностью до 0,1 г. Средние численность и биомассу моллюсков рассчитывали на единицу массы (кг) макрофитов. Доверительный интервал приведён по методике В.И. Холодова (2016). Трофические группы, кроме прочих, даны по В.Д. Чухчину (1984).

Результаты и обсуждение

Всего вдоль Азово-Черноморского побережья Крыма в 2025 г. на макрофитах найдено 12 видов брюхоногих моллюсков (таблица).

Видовой состав, средняя численность (экз./кг, над чертой) и средняя биомасса (г/кг, под чертой) *Gastropoda* в эпифитоне макрофитов

Вид	Район							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Bittium reticulatum</i> (DA COSTA, 1778)	$\frac{21}{0,658}$	$\frac{6}{0,004}$	$\frac{1132}{15,673}$	$\frac{772}{2,221}$	$\frac{106}{1,058}$	$\frac{115}{1,819}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{7}{0,195}$
<i>Hydrobia acuta</i> DRAPARNAUD, 1805	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1455}{1,58}$	$\frac{122}{0,483}$
<i>Parthenina interstincta</i> (J. ADAMS, 1797)	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{<1}{<0,001}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{6}{0,005}$	$\frac{0}{0}$

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Rissoa membrana- cea</i> (J. ADAMS, 1800)	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{6}{0,003}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{72}{0,265}$	$\frac{398}{1,893}$
<i>R. parva</i> (DA COSTA, 1778)	$\frac{0}{0}$	$\frac{107}{0,174}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,23}$	$\frac{4}{0,011}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>R. splendida</i> EICHWALD, 1830	$\frac{1063}{23,592}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{109}{3,03}$	$\frac{31}{0,624}$	$\frac{25}{0,002}$	$\frac{126}{3,404}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Setia valvatoides</i> MILASCHWITSCH, 1909	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{11}{0,01}$	$\frac{0}{0}$
<i>Steromphala adri- atica</i> (R.A. PHILIPPI, 1844)	$\frac{12}{0,474}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{7}{0,153}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,001}$	$\frac{7}{0,263}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Tricolia pullus</i> (LINNAEUS, 1758)	$\frac{19}{1,468}$	$\frac{27}{0,038}$	$\frac{14}{0,013}$	$\frac{432}{2,915}$	$\frac{15}{0,901}$	$\frac{20}{1,133}$	$\frac{6}{0,48}$	$\frac{0}{0}$
<i>Tritia pellucida</i> (RISSO, 1826)	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,648}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Tritia sp.</i>	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{7}{0,006}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Gastropoda order fam. gen. sp.	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,001}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Всего:	$\frac{1115 \pm 512}{28,19 \pm 12,1}$	$\frac{111 \pm 48}{0,22 \pm 0,1}$	$\frac{1262 \pm 535}{18,87 \pm 7,3}$	$\frac{1235 \pm 420}{5,76 \pm 1,3}$	$\frac{162 \pm 20}{2,85 \pm 0,3}$	$\frac{272 \pm 53}{6,6 \pm 1,2}$	$\frac{1549 \pm 562}{2,34 \pm 0,6}$	$\frac{527 \pm 227}{2,57 \pm 1,0}$

Примечание — I — м. Толстый, II — Севастопольская бухта; III — м. Фиолент; IV — пгт. Симеиз, V — Никитский ботанический сад (НБС)-м. Мартъян; VI — г. Феодосия; VII — с. Золотое; VIII — Казантип.

Впервые в эпифитоне цистозире у побережья Крыма как Азовского (Казантипский залив), так и Чёрного (НБС-м. Мартъян на Южном берегу Крыма) морей найдена *Parthenina interstincta*. Ранее она встречалась в эпифитоне вдоль берегов Крыма на других макрофитах (Маккавеева, 1979; Макаров, 2024, 2025). Впервые в эпифитоне цистозире Азовского моря обнаружена *Tricolia pullus*. Она там была найдена в 2024 г. на zostере (Макаров, 2025). До того, в Азовском море отмечали только пустые раковины триколий (Определитель ... , 1972; Анистратенко В.В., Халиман, Анистратенко О.Ю., 2011). Максимальное количество видов (10) как в целом, так и на цистозире обнаружено в районе НБС-м. Мартъян. В 2014 г. в эпифитоне цистозире у м. Мартъян найдено 4 вида Gastropoda (Макрозообентос ... , 2020). Все они отмечены и в 2025 г. В районе м. Фиолент (Севастополь) в 2016 г. отсутствовал *Bittium reticulatum* (Вирчен-

ко, Макаров, Сабиров, 2017). В 2025 г. он там встречен.

Максимальная численность Gastropoda (1 549 экз./кг) зафиксирована возле с. Золотое преимущественно благодаря *Hydrobia acuta*, которая впервые найдена в зарослях цистозире Азовского моря. Ранее гидробия отмечалась в эпифитоне этого моря на водорослях Chlorophyta и морской траве *Zostera sp.* (Макаров, 2024, 2025).

Наибольшая биомасса Gastropoda (28,2 г/кг) была зафиксирована на м. Толстый в районе Севастополя в основном за счёт *Rissoa splendida*. Это типичный вид в зарослях макрофитов (Маккавеева, 1979; Чухчин, 1984).

Gastropoda на *Cladophora sp.* не отмечены, на *Ulva intestinalis* найден 1 вид, на *U. rigida* — 2, на *Zostera sp.* — 4, на цистозире — 11. Средние численности были 0; 18; 23; 210 и 689 экз./кг, а биомассы — 0; 0,02; 0,01; 1,2 и 9,5 г/кг соответственно.

Трофика включала в себя детритофагов, плотоядных (эктопаразитов и хищников), полифагов, фитофагов и прочих, к которому отнесён не определённый экземпляр Gastropoda. По количеству видов (6), численности (266 экз./кг) и биомассе (5,4 г/кг) преобладали фитофаги.

Заключение

Таким образом, в эпифитоне вдоль Азово-Черноморского побережья Крыма в 2025 г. обнаружено 12 видов Gastropoda. В зарослях цистозире впервые найдены: *Parthenina interstincta* — в

Азовском море и у черноморского побережья Крыма, *Hydrobia acuta* и *Tricolia pullus* — в Азовском море. Максимально количество видов (10) отмечено у НБС-м. Мартьян. Наибольшая численность (1 549 экз./кг) приурочена к с. Золотое, биомасса (28 г/кг) — к м. Толстый. Максимальные количество видов (11), средние численность (689 экз./кг) и биомасса (9,5 г/кг) были на цистозире. Трофическая принадлежность включала 5 групп. По количеству видов (50 %), численности (41 %) и биомассе (64 %) доминировали фитофаги.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» (№ гос. регистрации 124022400148-4).

Автор выносит благодарности сотрудникам ФИЦ ИнБЮМ Н.А. Васиной, М.А. Ковалёвой, В.Г. Копий, В.А. Тимофееву и С.А. Трофимову за помощь в экспедиции в НБС и предоставленный материал из других районов.

Библиографический список

- Анистратенко В.В., Халиман И.А., Анистратенко О.Ю. Моллюски Азовского моря. — Киев: Наукова думка, 2011. — 172 с.
- Вирченко А.Е., Макаров М.В., Сабиров Р.М. Эпифитон водорослей *Cystoseira crinita* DUBY 1830 в районе г. Севастополь (Чёрное море) // X Всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных по проблемам водных экосистем: тез. док. — Севастополь: DigitPrint, 2017. С. 46—48.
- Макаров М.В. Характеристика таксоцены Mollusca в зарослях водорослей Chlorophyta вдоль побережья Крыма // Учёные записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. — 2024. — Т. 10, № 2. — С. 116—127.
- Макаров М.В. Фауна Gastropoda в эпифитоне морской травы *Zostera sp.* у побережья Крыма // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. — 2025. — № 1. — С. 8—16.
- Маккавеева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря. — Киев: Наукова думка, 1979. — 229 с.
- Макрозообентос зарослей водорослей *Cystoseira crinita* DUBY, 1830 у берегов Крыма и Кавказа (Чёрное море) / М.В. Макаров, В.Г. Копий, Л.В. Бондаренко, Т.В. Витер, Д.В. Подзорова // Учёные записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. — 2020. — Т. 6 (72), № 3. — С. 97—116.
- Определитель фауны Чёрного и Азовского морей / сост. З.И. Баранова, М. Бэческу, А.Н. Голиков [и др.]; под общ. рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского: в 3 т. Т. 3: Свободноживущие беспозвоночные. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. — Киев: Наукова думка, 1972. — 340 с.

Холодов В.И. Планирование экспериментов в гидробиологических исследованиях. — Симферополь: Н. Орианда, 2016. — 196 с.

Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря. — Киев: Наукова думка, 1984. — 176 с.

Milchakova N.A. Marine plants of the Black Sea. An illustrated field Guide. — Sevastopol: Digit Print Press. 2011. — 144 p.

WoRMS: World register of marine species. URL: <http://www.marinespecies.org> [Accessed 13.05.2026].

УДК 592:582.26/.27

МАКРОЗООБЕНТОС ЗАРОСЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ УРЕЗОВОЙ ЗОНЫ НОВОРОССИЙСКОЙ БУХТЫ

А. А. Оспищева¹, А. Ю. Литвин², М. А. Козуб¹¹Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия²Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр, г. Новороссийск, Россия

E-mail: alena.ospisheva.2002@yandex.ru

В прибрежных акваториях зарослевые сообщества макрозообентоса имеют динамичную структуру, так как находятся под постоянным воздействием природных и антропогенных факторов.

Цель работы — изучить макрозообентос зарослей урезовой зоны Новороссийской (Цемесской) бухты в акватории г. Новороссийска.

Материал и методы

В основу работы положены материалы, собранные в 4 различных районах Новороссийской бухты: 1 — район мыса Любви; 2 — Мысхако; 3 — Суджукская коса; 4 — мыс Пенай (рис. 1). Мыс Любви и Суджукская коса находятся под воздействием порта и городской среды. Мысхако — рекреационный район. Мыс Пенай — дикий пляж на востоке бухты.

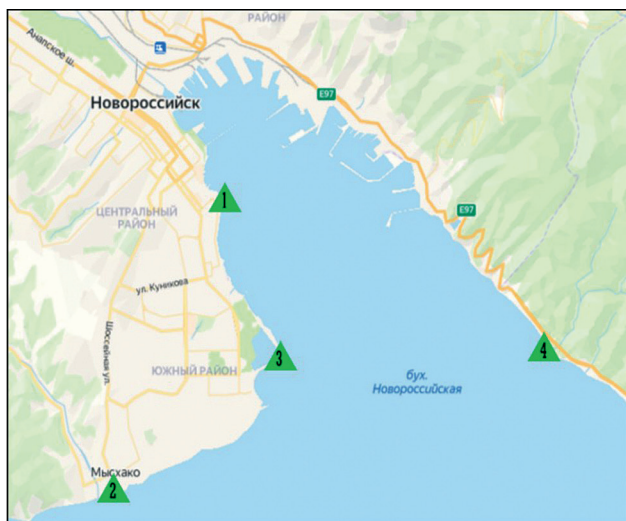


Рис. 1. Карта-схема района отбора проб

Были изучены видовой состав, численность и биомасса макрозообентоса, обитающего в эпифитоне водоросли *Cystoseira crinita* в урезовой зоне аква-

тории Новороссийской бухты. Материал собирали летом 2025 г. Всего отобрано 24 пробы на глубине 0,5 м в трёх повторностях. Сбор цистозеры осуществляли по общепринятой методики описанной в руководстве А.В. Цыбань (Руководство ... , 1980). Численность и биомассу макрозообентоса рассчитывали на метр квадратный.

Сообщества выделяли по индексу функционального обилия (ИФО) (Мальцев, 1990). Для сравнения видового состава использовали матрицу сходства видов по коэффициенту Чекановско-Серенсена. Оценку видового состава проводили с помощью индекса Шеннона (Wilhm, 1966). Для оценки выровненности видов в сообществе построили кривые доминирования-разнообразия, где ось абсцисс — ранжированный ряд от наиболее многочисленного вида к наименее многочисленному, а ось ординат — численность видов.

Результаты и обсуждение

В исследуемых районах обнаружено 22 вида макрозообентоса следующих типов: Coelenterata (1 вид), Arthropoda (14 видов), Mollusca (7 видов). Количество видов по районам колеблется в июне от 8 на Суджукской косе до 15 на Мысхако, общих видов 7; в августе от 8 на Суджукской косе до 17 на Мысхако, общих видов 5. Отмеченные виды являются вполне типичными для зарослевых биоценозов (табл. 1).

Общая численность сообществ варьировала в пределах в зависимости от станции и сезона: от 83 экз./м² на Суджукской косе (июнь, август) до 5 202 экз./м² на мысе Любви (июнь). По

Таблица 1

Видовой состав, средняя численность (N, экз./м²) и средняя биомасса (B, г/м²) макрозообентоса в эпифитоне водоросли *Cystoseira crinita* у берегов Новороссийской бухты в июне и августе 2025 г.

Таксон	Станция							
	Мыс Любви		Мысхако		Суджукская коса		Мыс Пенай	
	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Июнь								
<i>Haliclystus auricula</i> (RATHKE, 1806)	—	—	20	0,068	—	—	3	0,010
<i>Gammarellus carinatus</i> (RATHKE, 1837)	—	—	8	0,002	—	—	59	0,007
<i>Echinogammarus marinus</i> (LEACH, 1815)	90	0,011	4	0,003	4	0,002	97	0,040
<i>Caprella danilevskii</i> (CZERNIAVSKY, 1868)	265	0,263	112	0,18	3	0,005	62	0,033
<i>Ampelisca diadema</i> (A. COSTA, 1853)	102	0,131	48	0,056	28	0,089	59	0,017
<i>Monocorophium insidiosum</i> (CRAWFORD, 1937)	68	0,014	16	0,005	2	<0,001	211	0,039
<i>Idotea balthica</i> (PALLAS, 1772)	51	0,499	8	0,048	6	0,153	80	1,078
<i>Stenosoma capita</i> (RATHKE, 1837)	—	—	8	0,035	—	—	—	—
<i>Sphaeroma pulchellum</i> (COLLOSI, 1921)	30	0,068	4	0,02	—	—	94	0,073
<i>Naesa bidentata</i> (ADAMS, 1800)	4	0,004	—	—	—	—	—	—
<i>Hippolyte leptocerus</i> (HELLER, 1863)	—	—	16	0,408	—	—	—	—
<i>Leptochelia savignyi</i> (KRØYER, 1842)	—	—	24	0,016	—	—	184	0,021
<i>Mytilaster lineatus</i> (GMELIN, 1791)	1050	1,924	588	4,16	12	0,077	10	0,016
<i>Gibbula adriatica</i> (PHILIPPI, 1844)	17	0,055	—	—	—	—	—	—
<i>Tricolia pullus</i> (LINNAEUS, 1758)	380	6,869	236	9,436	7	0,077	38	1,338
<i>Alvania lactea</i> (MICHAUD, 1830)	3115	11,52	120	0,548	21	0,151	90	1,272
<i>Bittium reticulatum</i> (DA COSTA, 1778)	30	1,207	24	0,204	—	—	38	2,985
Итого:	5202	22,565	1236	15,189	83	0,554	1025	6,929
Август								
<i>Gammarellus carinatus</i> (RATHKE, 1837)	—	—	73	0,058	—	—	—	—
<i>Echinogammarus marinus</i> (LEACH, 1815)	41	0,555	132	0,295	—	—	56	0,029
<i>Caprella danilevskii</i> (CZERNIAVSKY, 1868)	249	3,391	51	0,160	19	0,025	10	0,041

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Cymadusa crassicornis</i> (A. COSTA, 1853)	—	—	51	0,027	—	—	633	3,471
<i>Ampelisca diadema</i> (A. COSTA, 1853)	—	—	94	0,191	—	—	—	—
<i>Erichthonius difformis</i> (H. MILNE-EDWARDS, 1830)	—	—	162	0,017	—	—	—	—
<i>Ampithoe cuniculus</i> (STEBBING, 1874)	36	0,493	—	—	—	—	10	0,025
<i>Idotea balthica</i> (PALLAS, 1772)	95	1,295	85	0,559	14	0,015	2219	13,827
<i>Stenosoma capito</i> (RATHKE, 1837)	18	0,247	4	0,013	—	—	20	0,056
<i>Sphaeroma pulchellum</i> (COLLOSI, 1921)	27	0,37	—	—	—	—	25	0,046
<i>Hippolyte leptocerus</i> (Heller, 1863)	9	0,123	21	0,107	1	0,003	41	6,08
<i>Leptochelia savignyi</i> (KRØYER, 1842)	5	0,062	4	0,004	—	—	—	—
<i>Mytilaster lineatus</i> (GMELIN, 1791)	68	0,925	1758	16,572	4	0,035	2	0,988
<i>Rissoa venusta</i> (PHILIPPI, 1844)	—	—	222	2,133	—	—	—	—
<i>Rissoa splendida</i> (EICHWALD, 1830)	—	—	17	0,132	—	—	5	0,046
<i>Gibbula adriatica</i> (PHILIPPI, 1844)	—	—	188	1,404	—	—	—	—
<i>Tricolia pullus</i> (LINNAEUS, 1758)	2448	33,293	226	4,958	45	0,144	15	0,618
<i>Alvania lactea</i> (MICHAUD, 1830)	—	—	4	0,009	—	—	—	—
<i>Bittium reticulatum</i> (DA COSTA, 1778)	—	—	119	0,478	—	—	—	—
Итого:	2997	40,753	3213	27,117	83	0,221	3040	25,225

биомассе лидировали станции с доминированием моллюсков.

Коэффициент общности видов Чекановского-Серенсена варьирует; в июне от 0,70 до 0,86; в августе от 0,45 до 0,86. В июне наиболее сходны мыс Пенай и Мысхако, наименее Суджукская коса и Мысхако. В августе наиболее сходны мысы Пенай и Любви. Наиболее стабильным сообществом от июня к августу оказалось сообщество Мысхако (0,75). На мысе Любви (0,55) и мысе Пенай (0,50) произошла смена сообществ.

Для выделения сообществ использовали индекс функционального обилия. В июне три сообщества *Alvania*

lactea (мыс Любви), *Tricolia pullus* (Мысхако), *Bittium reticulatum* (мыс Пенай), на Суджукской косе доминантное сообщество не выделено. В августе два: *Idotea balthica* (мыс Пенай) и *T. pullus* на всех остальных. Смена доминантов в течение сезона — это естественный процесс. Стабильность *T. pullus* на Мысхако подтверждает устойчивость этого сообщества.

Видовое разнообразие оценивали по индексу Шеннона (табл. 2). На мысе Пенай к концу лета произошла деградация по численности при стабильной биомассе. Такая динамика может быть началом сигналом начинающегося стресса.

На Суджукской косе происходит деградация при сохранении выровненности, основу составляют устойчивые виды. Самые низкие показатели индекса отмечены на мысе Любви — следствие сильного доминирования одного вида. Рост индекса зафиксирован на Мысхако, что указывает на более равномерное распределение видов. Сообщество здесь сложно организовано и устойчиво к внешним факторам.

Таблица 2

Сравнение индекса Шеннона (H) по численности (N) и биомассе (B)

Район	$H(N)$		$H(B)$	
	Июнь	Август	Июнь	Август
Мыс Любви	1,9	1,1	1,8	1,1
Мысхако	2,5	2,6	1,6	1,9
Суджукская коса	2,5	1,7	2,3	1,5
Мыс Пенай	3,3	1,2	2,1	1,8

Кривую доминирования-разнообразия использовали для оценки влияния нарушений на видовую структуру сообществ (рис. 2).

В июне резкое снижение кривой на мысе Любви говорит о доминировании одного вида. Прямая кривая на Суджукской косе указывает на угнетённое сообщество. Относительно плавная кривая на Мысхако и мысе Пенай свидетельствует на выровненность сообществ. К августу форма кривой почти не изменилась на Суджукской косе и мысе Любви, что подтверждает устойчивый характер нарушений на этих станциях. А для станции Мысхако и мыс Пенай сохранилась относительно высокое биоразнообразие, но усилилось доминирование одного вида.

Анализ полученных результатов показал, что сообщество Мысхако и мыса Пенай находятся в наиболее бла-

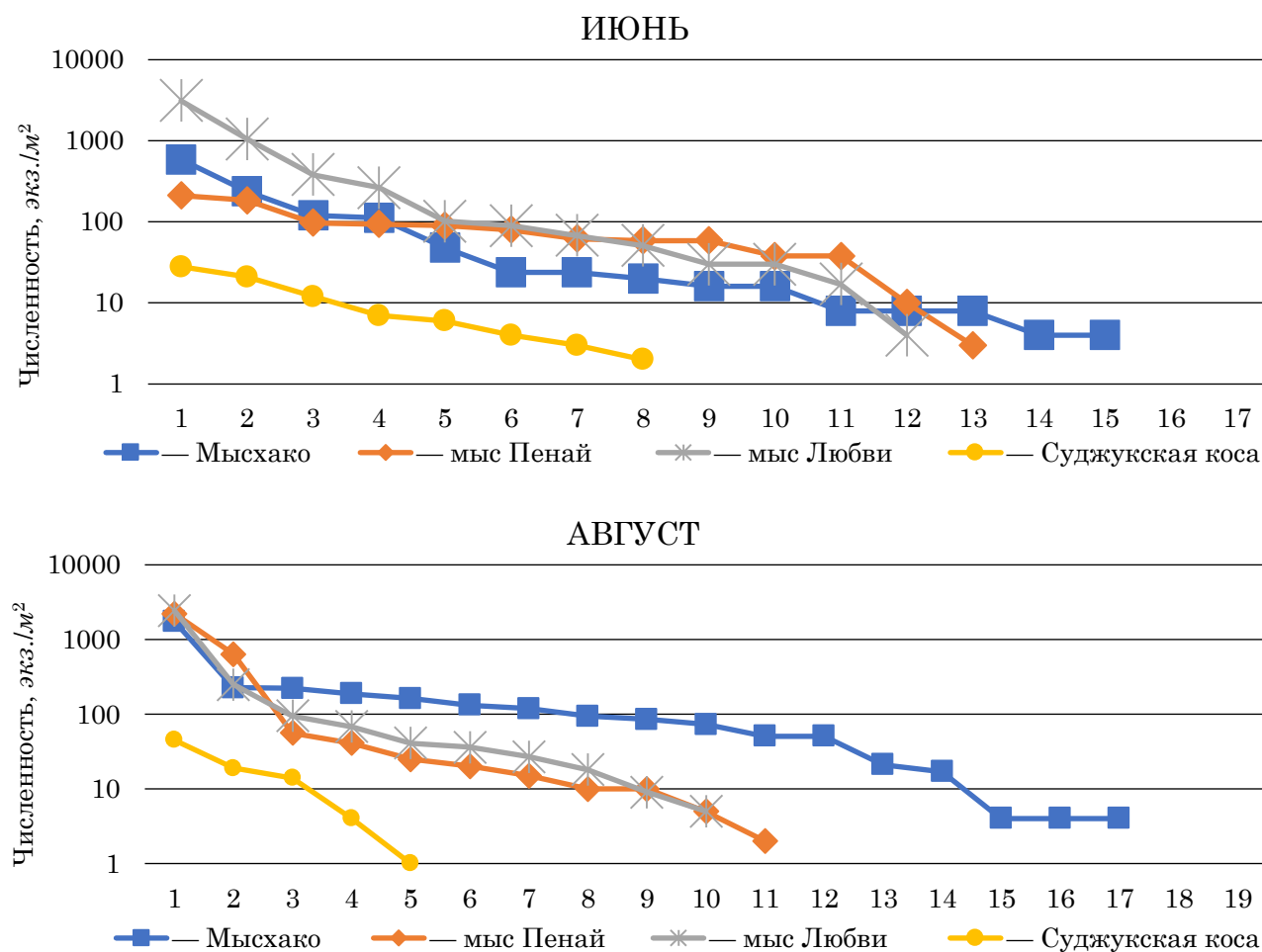


Рис. 2. Доминирование—разнообразие видов сообществ макрозообентоса зарослей у побережья Новороссийской бухты в июне и августе 2025 г.

гоприятных условиях. Для сообщества Суджукской косы характерно наиболее нарушенное сообщество. На мысе Любви происходит деградация сообщества и доминирование эврибионтов.

Заключение

В эпифитоне водорослей *Cystoseira crinita* у побережья Новороссийской

бухты обнаружено 22 вида макрзообентоса, среди которых преобладают виды типа Arthropoda. С июня по август индекс Шеннона снизился на трёх станциях и вырос на Мысхако. По ИФО выделены доминантные сообщества для июня и августа. Кривые доминирования выявили три типа структуры сообществ.

Библиографический список

Мальцев В.И. О возможности использования функционального показателя обилия для изучения структуры зооценоз // Гидробиологический журнал. — 1990. — Т. 26, № 1. — С. 87—89.

Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / под ред. А.В. Цыбань. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 190 с.

Wilhm J.L. Species diversity of benthic macroinvertebrates in a stream receiving domestic and oil refinery effluents // American Midland Naturalist. — 1966. — Vol. 76, № 2. — P. 427—429.

УДК 597.553.2:57.085.23

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК ОТ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ

В. А. Пыльнов, И. В. Бурлаченко, Л. И. Бычкова, Н. Ю. Терпугова
*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва, Россия*
E-mail: pylnov@vniro.ru

Первые опыты по культивированию тканей вне организма при изучении ряда вирусов были проведены более ста лет назад Р.Г. Гаррисоном, А.А. Каррелем, В.Т. Берроусом в США и А.А. Максимовым в России (Witkoski, 1985; Тарасов, 1975). Для вирусыведения из проб патологического материала от атлантического лосося (сёмги), погибшего при вспышке ulcerativного дермального некроза, использовали первичные культуры клеток. Ткани мишени — это почки и селезёнки клинически здорового атлантического лосося. Почка отличается от остальных органов относительно высоким содержанием эпителиальных тканей, которые выстилают бауменовы капсулы, почечные канальца и протоки. Эпителиальные клетки первые взаимодействуют с посторонними агентами, в том числе с вирусами, поэтому они наиболее пригодны для вирусологических исследований. В процессе трипсинизации происходит разрушение межклеточного матрикса и самих клеток, как эпителиальных, так и соединительнотканых, а при отсутствии в растворе сыворотки, происходит протеолиз клеточных мембран. Поэтому в первичнотрипсинизированной суспензии находится клеточный детрит, клетки на разной стадии жизнеспособности, фрагменты тканей. При этом структура живых клеток варьирует в широком диапазоне, а об их жизнеспособности и возможности пролиферировать судят по динамике формирования монослоя. В таких случаях главную роль играют применяемые питательные среды и сыворотки крови. Поэтому на первом этапе испытывали синтетические питательные среды и среду Игла ДМЕМ. Исполь-

зуя общепринятые методики получения первичных клеточных культур, проведена работа по изучению их продуктивности, морфологии клеток и монослоя, в зависимости от применяемых питательных сред и сывороток крови крупного рогатого скота (Копя, Мамадалиев, Булатов, 1998; Ночевный, 1994).

Материал и методы

Выращивание клеток проводили в культуральных матрасах 0,25—125 см² и пенициллиновых флаконах. Лабораторную посуду, инструменты стерилизовали в автоклаве и суховоздушном стерилизаторе. С обработанной этиловым спиртом поверхности тела рыб снимали кожу, отбирали почку, селезёнку, измельчали и помещали в пластиковый или стеклянный матрас площадью 0,25—125 см². В матрасы с измельчёнными тканями заливали смесь трипсина с версеном и питательной средой Игла или полусинтетической питательной средой, помещали в шейкер для инкубации. После 1-го цикла вымывания клеток, клеточную суспензию из матрасов с измельчёнными тканями сливали в стерильные стеклянные флаконы объёмом 0,5 дм³ через стеклянную воронку с вложенной внутрь стерильной марлей, сложенной в несколько слоёв. В матрас с измельчёнными тканями вносили новую порцию раствора для вымывания клеток и ставили на инкубацию. Затем клеточную суспензию, полученную после 2-го цикла трипсинизации, сливали в другие стерильные стеклянные флаконы, которые центрифугировали в течение 20—30 мин при 1,5—2,0 тыс. об./мин. Таким образом, проводили 3 цикла вымывания клеток из почки и селезён-

ки, соответственно (Фрешни, 2011). Полученную клеточную суспензию фильтровали через ситечки с диаметром пор 40, 70, или 100 *мкм*. Стерильной пипеткой в пенициллиновый флакон производили отбор пробы объемом (1—2 *см*³) для подсчёта клеток. Доводили до посевной концентрации 1—10 *млн кл./см*³ (в зависимости от вида клеток). Полученную суспензию вносили в культуральные флаконы различной площади и культивировали при температуре (20 ± 0,5 °C) в течение 24—48 ч в термостате. Под микроскопом учитывали степень адгезии и образование клеточных колоний. Через 24—48 ч инкубирования в культуральных флаконах или планшетах заменяли культуральную среду на поддерживающую среду с добавлением сыворотки крупного рогатого скота и суспензии эритроцитов, которые доводили до конечной концентрации 0,1—0,2 % (Дьяконова, Ситькова, 2000). В процессе роста первичной культуры клеток, после смены среды и после окончания культивирования, культуральные флаконы просматривали под микроскопом, оценивали скорость роста и качество сформированного монослоя, а также цвет питательной среды (Методы культивирования клеток, 1988).

Результаты и обсуждение

До трипсинизации для исключения контаминации бактериями и грибами питательные среды, сыворотку, трипсин и другие растворы высевали на бактериальные среды. По литературным данным посевная концентрация трипсинизированных клеток должна составлять 500—700 *тыс./мл* (Patty, 1971). В наших экспериментах показано, что с 1 *см*³ площади дна пенициллинового флакона можно получить до 60 *тыс.* клеток (это 150 *тыс.* клеток в

1 *мл*). Поэтому была снижена посевная доза до 250 *тыс. кл./мл* и из этого количества начало колониям даёт менее половины живых клеток. Через 24—48 ч образуется монослой клеток на 48—50 %, в котором преобладают эпителиоподобные клетки. На 4—5 *сут.* культивирования формируется монослой, где фибробластоподобные клетки составляют уже 20 %. По результатам исследований из всех жизнеспособных клеток (детекция при окраске трипановым синим) начинают делиться около 25 %, и через двое суток занимают 50 % площади культурального сосуда. На пятые сутки, к окончанию культивирования, формируют полный монослой. На 1 *см*² площади вырастает 50—60 *тыс.* клеток или 120—150 *тыс.* клеток на 1 *мл* суспензии во флаконе. Произведённые расчёты показали, что данный индекс пролиферации первичнотрипсинизированных клеток СП равен 0,6—0,65, хотя, в действительности, выжившие клетки дают двух-трёх кратный прирост на пятые сутки культивирования. В первичнотрипсинизированной суспензии помимо живых клеток находится до 60 % мёртвых клеток и фрагменты почечной ткани. В процессе культивирования ткани утилизируют глюкозу, закисляют питательную среду, но не принимают участия в образовании монослоя, зато кондиционируют среду обитания клеток. При испытании в процессе отработки условий выращивания первичных клеток испытывались синтетические среды аналоги МЭМ и ДМЭМ, а также питательная среда ДМЭМ. При использовании качественных фетальных сывороток на этих питательных средах удавалось выращивать полноценный монослой клеток для проведения дальнейших вирусологических исследований.

Библиографический список

Животная клетка в культуре (методы и применение в биотехнологии) / под ред. Л.П. Дьяконова, В.И. Ситькова. — М.: Компания Спутник+, 2000. — 400 с.

Кона В.А., Мамадалиев С.М., Булатов Е.О. Получение однослойных первичнотрипсинизированных культур клеток из поджелудочной железы животных // Биотехнология. Теория и практика. — 1998. — № 1—2 (5—6). — С. 58—60.

Методы культивирования клеток: сб. нуч. тр. — Л.: Наука. — 1988. — 313 С.

Ночевный В.Т. Комплексная стандартизация получения первичных культур клеток // Цитология. — 1994. — Т. 41. — С. 298—299.

Тарасов В.Н. Управляемое культивирование и непрерывное культивирование вирусов и клеток позвоночных // Итоги науки и техники. Сер.: Микробиология. Т. 4: Теория и практика непрерывного культивирования микроорганизмов / ред.: И.Л. Работнова, Л.С. Смирнова. — М.: [б. и.], 1975. — С. 152—207.

Фрешни Р.Я. Культура животных клеток: практическое руководство / пер. с 5-го англ. изд. д-ра биол. наук Ю.Н. Хомякова, канд. мед. наук Т.И. Хомяковой. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 (печ. 2010). — 691 с.

Patty R.E. Archive ges. Vireisforsch. — 1971. — № 3—4. — P. 356—363.

Witkowski J. Trends in Biochemical Sciences. — 1985. — Vol. 21, Issue 7. — P. 258—260.

УДК 597.556.33(262.5)

К ПАРАЗИТОФАУНЕ И ПАТОЛОГИЯМ БОЛЬШОГО МОРСКОГО ДРАКОНА (*TRACHINUS DRACO*) ЧЁРНОГО МОРЯ

А. А. Савинов, А. В. Абрамчук

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: a.savinov01@gmail.com*

Большой морской дракон (*Trachinus draco* LINNAEUS, 1758) — донный хищник-засадчик, способный аккумулялировать в себе паразитов со сложными циклами, и слабо изученный с точки зрения ихтиопатологии. Цель работы — изучить паразитофауну морского дракона в Чёрном море в районе н.п. Ольгинка, выявить патологии рыб и степень их тяжести.

Несмотря на то, что морской дракон ловится сравнительно в небольшом количестве и не учитывается статистикой промысла в России, данная рыба является объектом любительского рыболовства в Чёрном море, а во многих европейских и североафриканских странах является второстепенным промысловым видом с ежегодным общим выловом до 1 тыс. т (Болтачев, Карпова, 2017; Световидов, 1964). Эти факторы обуславливают актуальность исследования с точки зрения биологической безопасности рыбной продукции для человека.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили 13 особей большого морского дракона, выловленные в июне 2025 г. в Чёрном море в районе н.п. Ольгинка любительскими крючковыми орудиями лова. Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Пряхин, Шкицкий, 2008). Паразитологическое исследование рыб проводили согласно методическим рекомендациям, изложенным в литературе (Быховская-Павловская, 1969; Паразитологическое исследование рыб, 2009). Были исследованы покровы тела, плавники, ротовая полость, жабры, глаза, мыш-

цы, внутренние органы: гонады, ЖКТ, головной мозг, печень, почки, жёлчный пузырь, сердце. Для оценки заражённости рыб паразитами использовали такие показатели как экстенсивность инвазии (ЭИ, %), средняя интенсивность инвазии (СИИ, экз./рыбу), амплитуда интенсивности (АИ, экз.) и индекс обилия (ИО, экз./рыбу) (Маловастый, 2022).

Результаты и обсуждение

Внешний визуальный осмотр без средств микроскопии показал, что рыба не имела видимых патологий и проявлений заболеваний: кожа без следов повреждений, избыточной слизи нет, слизь чистая, прозрачная, глаза ясные, жабры красные, структура жаберных лепестков не нарушена, отсутствовали повреждения плавников и какие-либо внешние кровоизлияния.

В результате микроскопии и исследования соскобов не обнаружено организмов, паразитирующих на теле и плавниках рыб.

В ходе патологоанатомического исследования у рыб были обнаружены 3 таксономические группы паразитических организмов: микроспоридии, принадлежащие к подотряду *Platy-sporea* (рис. 1), круглые черви (*Nematoda*) семейства *Anisakidae* (рис. 2), круглые черви рода *Philometra* (рис. 3). Таксономическая принадлежность обнаруженных организмов определяли с помощью литературных источников и определителей (Гаевская, 2006; Гаевская, 2012; Определитель паразитов позвоночных ... , 1975). Классификация обнаруженных паразитов приведена согласно «Определителю паразитов позвоночных Чёрного и Азовского морей» (1975).

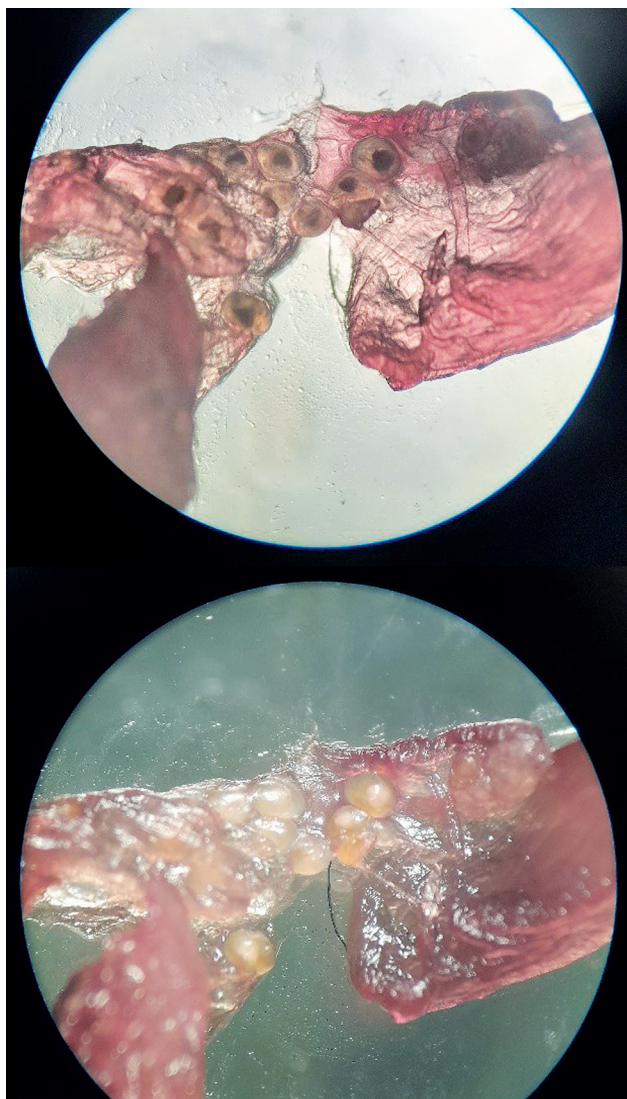


Рис. 1. Цисты микроспоридий на жаберных дугах большого морского дракона

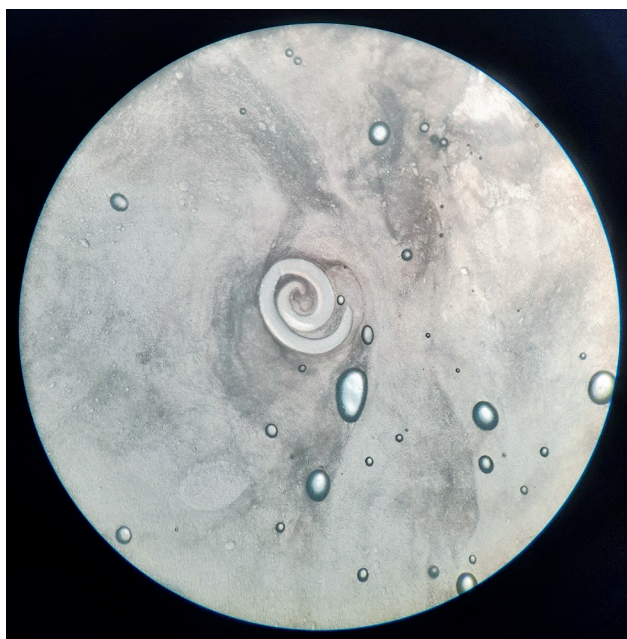


Рис. 2. Нематода семейства Anisakidae в ткани тела большого морского дракона



Рис. 3. Нематоды рода *Philometra* в яичнике самки большого морского дракона

Всего у 13 особей морского дракона было обнаружено 569 анизакидных круглых червей, 43 нематоды рода *Philometra*, 39 цист микроспоридий подотряда *Platysporea* (рис. 4).

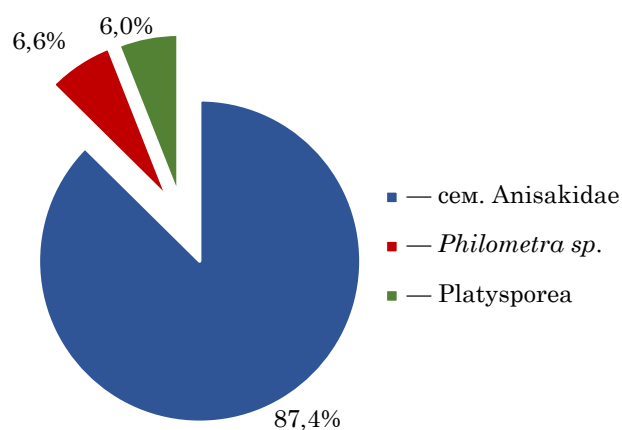


Рис. 4. Процентное соотношение обнаруженных таксономических групп паразитов

Численно доминирующей группой паразитов являются анизакиды — 87,4 % всех случаев обнаружения. В меньшей степени обнаруживались филометры — 6,6 %. Наименьшее число обнаружений приходится на микроспоридии подотряда *Platysporea* — 6,0 %.

Информация о степени заражённости морского дракона представлена в табл. 1.

Как можно видеть из данных, представленных в табл. 1, анизакидными нематодами были поражены все исследованные особи. Количество червей в рыбе варьировало от 21 до 134 экз. в одной

Таблица 1

Паразитофауна и степень заражённости морского дракона (*Trachinus draco*) в Чёрном море в районе н.п. Ольгинка

Таксон	АИ, экз.	СИИ, экз./рыбу	ИО, экз./рыбу	ЭИ, %
Platysporea (Mixosporidia)	11—28	19,5	3,0	15,4
Сем. Anisakidae	21—134	43,8	43,8	100,0
<i>Philometra</i> sp.	5—17	10,8	3,3	30,8

особи. В среднем в каждой рыбе было обнаружено 43,8 экз. анизакид (рис. 5).

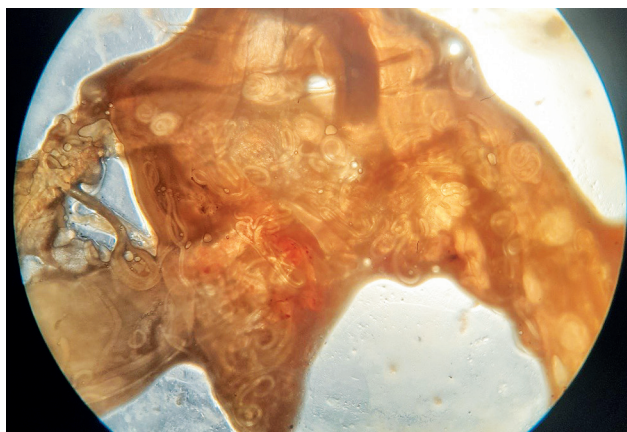


Рис. 5. Обильная инвазия тканей желудка морского дракона анизакидными нематодами, компрессионный препарат

Филометрами было поражено 30,8 % рыб с амплитудой инвазии от 5 до 17 червей в каждой заражённой особи. Средний индекс инвазии составил 10,8 филометр в каждой заражённой рыбе. Индекс обилия — 3,3 экз. на каждую исследованную особь.

Миксоспоридиями было поражено 15,4 % рыб с амплитудой инвазии от 11 до 28 цист в каждой заражённой особи. Средний индекс инвазии составил 19,5 цист в каждой заражённой рыбе. Индекс обилия — 3,0 цисты на каждую исследованную особь.

Локализация паразитов различалась. Цисты миксоспоридий были обнаружены только на жаберных дугах рыб. Нематоды рода *Philometra* во всех случаях обнаруживались только у самок в гонадах. Нематоды семейства Anisakidae встречались как в свободном состоянии, так и в цистах, и чаще всего локализовались в пищеварительном тракте (желу-

док и кишечник) — 86,5 % случаев, реже в печени — 10,2, гонадах — 1,9, полости тела и мышцах — 1,4 % (рис. 6).

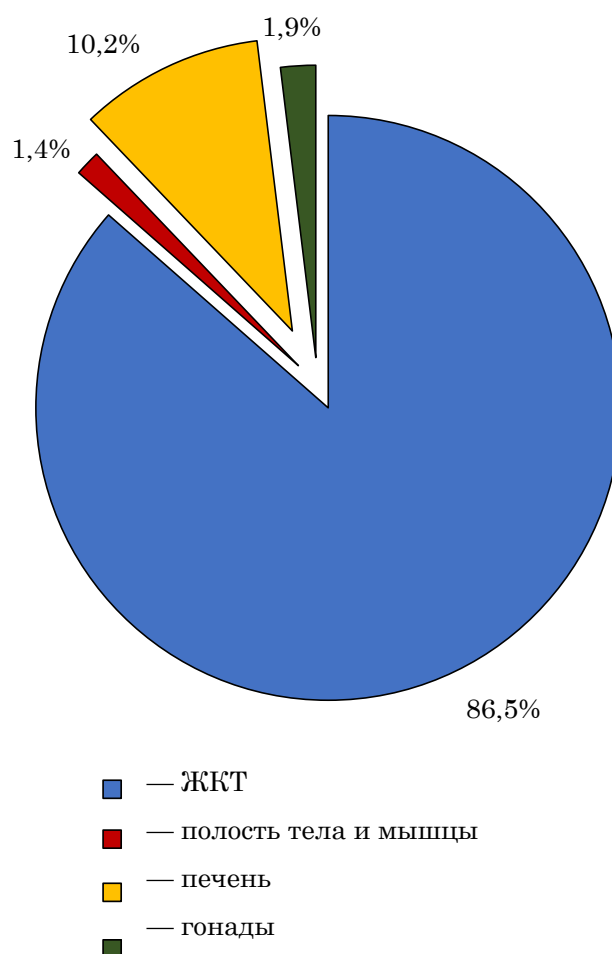


Рис. 6. Локализация нематод семейства Anisakidae в теле морского дракона

Из 13 исследованных особей морского дракона только одна особь имела степень ожирения 1 балл по шкале Прозоровской, остальные особи имели степень ожирения 0 баллов. Средняя степень ожирения морского дракона составляет 0,1 балла, что указывает на крайне истощённое состояние исследованных рыб.

Для оценки степени наполнения ЖКТ использовалась шкала Лебедева. Из 13 рыб 5 ос. имели степень наполнения 1 балл, 8 ос. имели степень наполнения 0 баллов. Средняя степень наполнения ЖКТ составляет 0,4 балла. В среднем ЖКТ исследованных рыб пусты (рис. 7).



Рис. 7. Один из пищевых объектов морского дракона, найденных в желудке

Средний коэффициент упитанности исследованных особей по Фультону составил 1,30, по Кларк — 1,10. Вероятно, полученные коэффициенты упитанности можно считать типичными и нормальными для морского дракона. Согласно литературным источникам, коэффициент упитанности морского дракона по Фультону у юго-восточного побережья Крыма составляет 1,23 (Белецкая, 2024).

Возраст рыб определялся по чешуе и отолитам. Стадия зрелости рыб определялась по шкале Киселевича. Из 13 исследованных особей одна особь являлась годовиком на II стадии зрелости, 6 ос. — двухгодовиками на II стадии зрелости. 3 ос. являлись трёхгодовиками на II стадии зрелости, 3 ос. — трёхгодовиками на II—III стадии зрелости. Согласно литературным источникам, половая зрелость морского дракона в

Чёрном море может наступать в возрасте 1—3 года при длине от 12 см, а нерест происходит с июня по октябрь (Болтачев, Карпова, 2017; Васильева, 2007; Световидов, 1964). Все исследованные нами особи имели возраст 1—3 года, длину больше 12 см и стадию зрелости в июне не выше II—III (чаще II). По всем признакам, описанным в литературе, исследованные нами особи морского дракона должны быть зрелыми и готовыми к нерестовому сезону, следовательно, иметь стадию зрелости гонад в июне как минимум не ниже III—IV. Мы объясняем неготовность исследованных рыб к нересту паразитарной инвазией, которая, возможно, могла повлиять на скорость развития половых продуктов. Исследованные особи истощены (средняя степень ожирения 0,1 балла), плохо питаются (средняя степень наполнения ЖКТ 0,4 балла), а гонады, поражённые филометрами, недоразвиты и имеют признаки нарушения целостности. Данные признаки сходятся с описаниями патологий, вызываемых нематодами, и описаны в литературе. В частности отмечается, что филометры вызывают полное или частичное разрушение гонад рыб (Гаевская, 2006). У рыб, поражённых нематодами рода *Anisakis*, отмечалось отравление токсинами, выделяемыми гельминтами (Гаевская, 2006). У атерин отмечено уменьшение содержание жира при заражении рафидаскарисами (Гаевская, 2012). У рыб также могут развиваться некротические зоны в печени, разрушения слоёв мышечной ткани, воспаления и эрозии органов ЖКТ, уменьшаться вес, упитанность, масса и жирность печени, нарушаться перистальтика кишечника (Гаевская, 2005).

Между некоторыми физиологическими параметрами рыб и количеством обнаруженных паразитов был проведён корреляционный анализ с помощью расчёта коэффициента корреляции Пирсона. Результаты анализа представлены в табл. 2. Для интерпре-

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между различными признаками и количеством паразитов у морского дракона

Признак	Количество нематод сем. <i>Anisakidae</i>		Количество нематод рода <i>Philometra</i>	
	Коэффициент корреляции	<i>p</i> -значение	Коэффициент корреляции	<i>p</i> -значение
Полная длина рыбы	0,69	< 0,01	0,66	< 0,05
Промысловая длина рыбы	0,64	< 0,05	0,68	< 0,05
Масса рыбы с внутренностями	0,74	< 0,01	0,76	< 0,01
Масса рыбы без внутренностей	0,72	< 0,01	0,74	< 0,01
Масса гонад	0,48	> 0,05	0,95	< 0,001
Гонадо-соматический индекс	0,15	> 0,05	0,81	< 0,001
Степень наполнения желудка	0,33	> 0,05	0,60	< 0,05
Степень наполнения кишечника	0,31	> 0,05	0,60	< 0,05
Возраст	0,22	> 0,05	0,58	< 0,05
Коэффициент упитанности по Фультону	0,25	> 0,05	0,43	> 0,05
Коэффициент упитанности по Кларк	0,11	> 0,05	0,29	> 0,05

тации полученных значений коэффициентов корреляции использовалась следующая шкала: до 0,20 — очень слабая корреляция, 0,21—0,50 — слабая корреляция, 0,51—0,70 — средняя корреляция, 0,71—0,90 — сильная корреляция, 0,91—0,99 — очень сильная корреляция, 1,00 — функциональная зависимость (Биометрия в MS Excel, 2022). Статистическая значимость корреляционных связей была проверена с помощью *t*-критерия.

Как можно видеть из данных, представленных в табл. 2, сильная корреляция наблюдается между массой рыбы и количеством паразитирующих в ней нематод. Данная корреляционная связь является статистически значимой ($p < 0,01$). Средняя корреляция наблюдается между длиной рыбы и количеством паразитов (при $p < 0,05$). Таким образом можно ожидать, что сильнее поражены нематодами будут наиболее массивные особи морского дракона.

Очень сильная (0,95) и статистически значимая ($p < 0,001$) корреляция

наблюдается между массой гонад и количеством нематод рода *Philometra*. С возрастом по мере созревания у рыб увеличиваются гонады. Чем больше масса гонад, чем более зрелая рыба и чем выше её гонадо-соматический индекс, тем больше нематод рода *Philometra* обнаруживается в гонадах.

Предполагалось, что между коэффициентами упитанности и количеством паразитов будет обратная связь — чем больше нематод, тем ниже будет коэффициент упитанности. Однако корреляционная связь между количеством паразитов и упитанностью хоть и слабая, но положительная. Данная корреляционная связь статистически незначима ($p > 0,05$), поэтому требуются дальнейшие исследования связи между упитанностью морского дракона и количеством паразитирующих в нём нематод. В качестве примера можно привести исследования, где учёными было отмечено, что заражение анизакидами балтийской трески и путассу не влияет на фактор упитанности этих рыб (Гаевская, 2005).

Библиографический список

Белецкая М.А. Соотношение длина—масса для 14 видов рыб юго-восточного побережья Крыма // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. — 2024. — № 1 (5). — С. 8—19.

Биометрия в MS Excel: учеб. пособие для вузов / Е.Я. Лебедько, А.М. Хохлов, Д.И. Барановский, О.М. Гетманец. — 3-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2022. — 172 с.

Болтачев А.Р., Карпова Е.П. Морские рыбы Крымского полуострова. — 2-е изд. — Симферополь: Бизнес-Информ, 2017. — 376 с.

Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. — Л.: Наука, 1969. — 108 с.

Васильева Е.Д. Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. — М.: Изд-во ВНИРО, 2007. — 238 с.

Гаевская А.В. Анизакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. — 223 с.

Гаевская А.В. Паразитология и патология рыб: энциклопедический словарь-справочник. — 2-е изд., доп. и перераб. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. — 396 с.

Гаевская А.В. Паразиты и болезни рыб Чёрного и Азовского морей: I — морские, солоноватоводные и проходные рыбы. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. — 380 с.

Маловастый К.С. Диагностика болезней и ветсанэкспертиза рыбы: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2022. — 512 с.

Определитель паразитов позвоночных Чёрного и Азовского морей: паразитические беспозвоночные рыб, рыбоядных птиц и морских млекопитающих / сост. А.В. Гаевская, А.В. Гусев, С.Л. Делямуре [и др.]. — Киев: Наукова думка, 1975. — 551 с.

Паразитологическое исследование рыб: метод. пособие / Н.Б. Чернышёва, Е.В. Кузнецова, В.Н. Воронин, Ю.А. Стрелков. — СПб.: ГосНИОРХ, 2009. — 20 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / под ред. проф. П.А. Дрягина и канд. биол. наук. В.В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 376 с.

Пряхин Ю.В., Шкицкий В.А. Методы рыбохозяйственных исследований: учеб. пособие. — Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. — 256 с.

Световидов А.Н. Рыбы Чёрного моря. — М.; Л.: Наука, 1964. — 546 с.

УДК 639.2.053:639.28(262.54)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ УЛОВИСТОСТИ ОРУДИЙ ЛОВА ПРИ ВЫЛОВЕ КРЕВЕТОК В ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯЕ. М. Саенко^{1*}, А. В. Кулиш^{2, 3**}, С. В. Котов¹, А. С. Корниенко¹¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Южный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Южный»), г. Ростов-на-Дону, Россия²Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия³Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник РАН — филиал ФИЦ ИнБЮМ, пос. Курортное, г. Феодосия, Россия
E-mail: *saenkoem@azniirkh.vniro.ru; **andreykulish1972@mail.ru

Черноморские креветки: каменная (*Palaemon elegans* Ратнке, 1837) и черноморская травяная (*Palaemon adspersus* Ратнке, 1837) — короткоцикловые автохтонные виды Азово-Черноморского бассейна. В результате повышения солёности, к 2020 г., в Азовском море сформировались благоприятные условия среды обитания для данных видов креветок, что позволило им войти в состав основных объектов промысла.

Величина промыслового запаса креветок увеличивалась: с 110,7 т в 2015 г. до 2 953,5 т — в 2024 г., а доступный для промыслового освоения рекомендованный объём добычи (вылова) увеличился с 30 до 590,7 т, соответственно. Повышение промыслового запаса черноморских креветок в 27 раз, а рекомендованного вылова — в 20 раз, обусловило увеличение значения этих водных биоресурсов для прибрежного рыболовства (Саенко, Лужняк, 2025).

Большую продолжительность года оба вида креветок предпочитают прибрежные акватории с биотопами морской подводной растительности на глубинах до 5—6 м (Видовое разнообразие ... , 2018; Саенко, Котов, 2025). При выполнении мониторинговых работ для обследования акватории с глубинами менее 3 м используются креветочные драги и сачки с применением маломерных судов или без их использования. Если возможность применения данных орудий лова в прибрежной части не вызывает сомнений, то определение коэффициен-

тов уловистости для выполнения последующих расчётов учётной численности креветок требует уточнения. Указанное обстоятельство и послужило основой для выполнения данной работы.

Материал и методы

При добыче креветок в ходе экспериментальных ловов в дневное время были проведены наблюдения за их поведением в биотопах макрофитов. Было установлено, что при использовании сачка округлой формы площадь 0,5—10 м² в толще воды вылавливается практически полностью всё локальное скопление креветок на визуально определённой учётной площадке, при этом коэффициент уловистости достигает значения единицы. Такой же коэффициент уловистости использовался Е.П. Цунниковой при учёте молоди рыб в лиманах (фондовые материалы). Аналогичные значения коэффициента уловистости равные единице указываются в литературных источниках при изучении влияния длины кабелей на уловистость тралом донных беспозвоночных (Кручинин, Мизюркин, Сафронов, 2011). По данным О.Н. Кручинина, М.А. Мизюркина и В.А. Сафронова (2011) при нулевой длине кабелей влияние гидрошлейфа исключено, уловы беспозвоночных максимальны, а их объём обратно пропорционален длине кабелей. Учитывая натурные исследования, а также сведения литературных источников значение коэффициента

уловистости при учёте креветок сачком был принят за единицу.

Однако облов ручным гидробиологическим сачком с входной частью округлой формы не даёт достоверной информации об удельной плотности распределения креветок по биотопу, а лишь свидетельствует о качественном составе скоплений в нём.

Кроме этого, для количественного учёта креветок в прибрежной части используются креветочные драги (шириной рамы 100 см и высотой 50 см) с мешком из сетного полотна — газа или капроновой дели с ячейёй 5 мм, а также ручные сачки прямоугольной формы (80 × 40 см).

Для определения значения коэффициента уловистости орудия лова возможно использовать несколько методов:

- учёт с помощью телеметрической аппаратуры количества гидробионтов на контрольной площадке при её облове;

- сравнение уловов двух орудий лова, коэффициент уловистости, одного из которых известен;

- путём сопоставления улова учётным орудием лова с уловом выставленных за ним и окружающих его орудий лова;

- путём выпуска в зону облова меченых рыб (Кручинин, Мизюркин, Сафронов, 2011).

Для выполнения экспериментальных исследований по определению ко-

эффициентов уловистости различных учётных орудий лова для креветок авторами в сентябре—октябре 2025 г. были выполнены сравнительные натурные исследования. Работы проводили в Таманском заливе в биотопах песчаных грунтов с растительностью и без неё. В эксперименте в качестве орудий лова использовали ручной сачок и креветочную драгу.

При проведении эксперимента использовали метод, при котором учитывали креветок, специально выпущенных заранее при замёте орудия лова (сачок, креветочная драга), а также выловленных в последующем данным орудием. При этом, на контрольную учётную площадку в зону облова орудия лова на определённое расстояние (1, 2 и 4 м от начала контрольного облова) — на определённую контрольную точку, на пути его движения (рис. 1) высаживали 50 экз. креветок *P. adspersus*.

В основе методики использован принцип учёта количества выпущенных и отловленных тестируемым орудием лова креветок на различных участках при замёте орудия лова.

Для каждого тестируемого орудия лова эксперимент выполняли в трёх вариантах с его замётом на расстояние 1,5, 2,5 и 4,5 м. После проведения операции лова подсчитывали выловленных креветок каждым орудием лова. Эксперимент для каждого из вариантов выполняли в трёхкратной повторности.

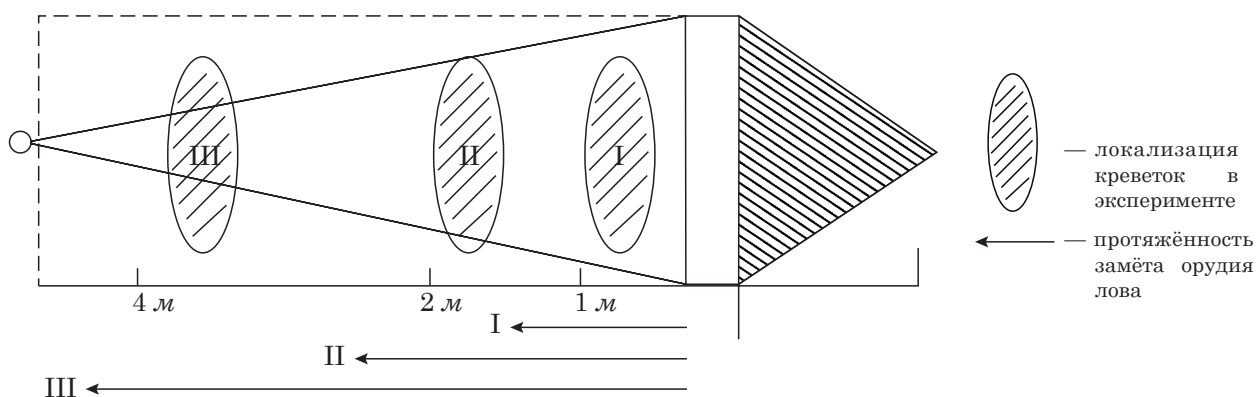


Рис. 1. Схема выполнения эксперимента (на примере драги):
I—III — варианты эксперимента

Коэффициент уловистости (q) определяли, как отношение числа пойманных креветок к их количеству, находящемуся в зоне действия орудия лова, и рассчитывали по формуле:

$$q = \frac{Y}{N},$$

где q — коэффициент уловистости;

Y — количество пойманных креветок;

N — количество креветок, находящихся в зоне действия орудия лова.

Результаты и обсуждение

Итоги проведённых исследований свидетельствуют, что наибольшая уловистость креветок отмечалась на расстоянии 1 м от уловительной части орудия лова. С продолжением движения орудия лова (замёта сачка, драгирования) уловистость снижалась (рис. 2).

Соответственно, рассчитанные по полученным данным значения коэффициентов уловистости, дифференцированно по биотопам и орудиям лова, также уменьшаются с увеличением расстояния его движения (замёта сачка, драгирования). Учитывая, что в экс-

перименте использованы одинаковые плотности распределения креветок на учётных точках (1, 2 и 4 м) в начале эксперимента, различия значений обусловлены интенсивностью перемещений креветок при проведении лова. По итогу работы были получены усреднённые коэффициенты уловистости по учётным площадкам в целом. Так, уловистость ручного сачка для креветок, отловленных в растительности оказалась равна 0,68, для чистых песчаных грунтов — 0,57. Уловистость креветочной драги для креветок, отловленных в растительности оказалась равна 0,42, для креветок на открытых песчаных грунтах — 0,60.

Заключение

Установлено, что наибольшие различия в значениях коэффициента уловистости отмечены в биотопах растительности — максимальные значения для ручного сачка и минимальные для креветочной драги. Значения коэффициента уловистости на открытых песчаных грунтах для использованных орудий лова были сравнительно одинаковы.

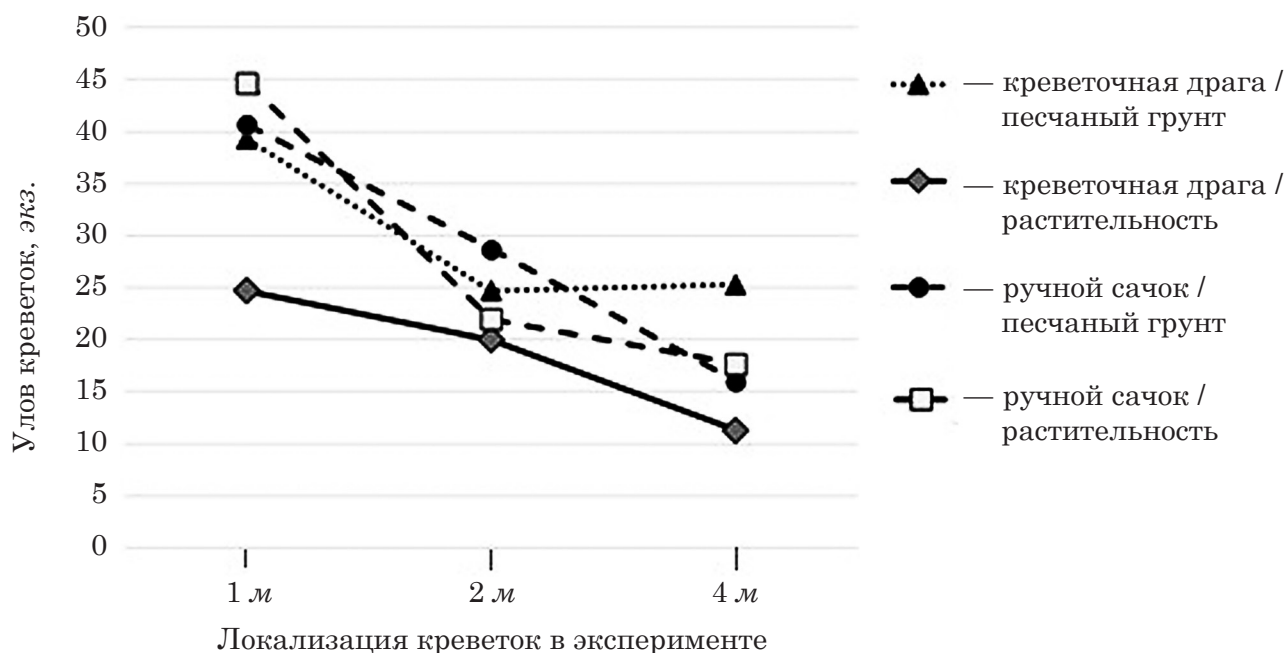


Рис. 2. Изменение уловов креветок с учётом расстояния замёта орудия лова

Библиографический список

Видовое разнообразие, размерно-весовой состав и распределение креветок рода *Palaemon* WEBER, 1795 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) в Керченском проливе (Азовское море) / А.В. Кулиш, Е.М. Саенко, Е.А. Марушко, Д.М. Левинцова // 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. — С. 138—142.

Кручинин О.Н., Мизюркин М.А., Сафронов В.А. Способ определения коэффициентов уловистости донного трала // Известия ТИНРО. — 2011. — Т. 164. — С. 374—383.

Саенко Е.М., Котов С.В. Мониторинг популяций промысловых ракообразных в Северном Приазовье в 2024 г. // Водные биоресурсы и среда обитания. — 2025. — Т. 8, № 1. — С. 82—99.

Саенко Е.М., Лужняк В.А. Состояние промысла креветок черноморских (*Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans*) в Азовском море // Водные биоресурсы и среда обитания. — 2025. — Т. 8, № 2. — С. 60—71.

УДК 639.517(470.61)

**ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ РАННЕЙ МОЛОДИ ДЛИННОПАЛОГО РАКА
(*PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCHSCHOLTZ, 1823)
В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

В. С. Самойлова, А. А. Полин

*Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный»), г. Ростов-на-Дону,
Россия**E-mail: samoylovavs@azniir.kh.vniro.ru*

Длиннопалый рак — *Pontastacus leptodactylus* (ESCHSCHOLTZ, 1823) — один из основных представителей отряда десятиногих раков в акватории пресных водоёмов России и важный промысловый объект в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне.

Длиннопалый рак обладает высокой коммерческой ценностью благодаря своим вкусовым свойствам. В последние годы спрос на товарную продукцию речных раков на Юге России превышает объёмы их добычи. Решением проблемы ограниченной доступности и высокой стоимости раков может стать их искусственное воспроизводство или товарное выращивание, для чего необходима отработка технологии искусственного выращивания (Пономарев, Иванов, 2009; Ухин, Мамаев, 2018).

Целью исследования являлось экспериментальное получение молоди длиннопалого рака в промышленных условиях.

Материал и методы

Экспериментальные работы по преднерестовому выдерживанию и нересту длиннопалого рака проводили с 08.04.2025 по 10.06.2025 на базе Центра аквакультуры Южного филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка технологий разведения и выращивания перспективных объектов аквакультуры».

Материалом для экспериментальных работ послужили самки-производители длиннопалого рака (общей длиной от 8,4 до 15,5 см и массой от 19,2 до 68,0 г) с развивающейся икрой. Самок вылав-

ливали из водоёмов Ростовской области (водохранилища Манычского каскада) и помещали в транспортные контейнеры с увлажнителем на дне контейнера.

После транспортировки в экспериментальный цех (не более 2 ч) производили осмотр и выбраковку раков с признаками патологий, которые были помещены на карантин в отдельные ёмкости. Здоровых особей (127 экз.) сортировали по размерно-массовым показателям и размещали в ёмкостях для совместного преднерестового содержания в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) с температурой воды 15 °С и содержанием растворённого в воде кислорода 14,6 мг/л.

Перевод из воздушной среды в водную производили двумя способами: первый заключался в капельном добавлении воды в ёмкость с раками, второй — в последовательном погружении и извлечении раков из воды. В ходе эксперимента было выяснено, что разница в эффективности между двумя способами отсутствует, выживаемость после транспортировки и перевода в водную среду различными способами составила 100 %.

Кормление самок во время первых этапов преднерестового выдерживания осуществляли исключительно животными кормами (личинки хирономид, дафнии), позднее в ходе эксперимента была выделена группа самок, которую последовательно перевели на кормление сухим специализированным кормом «ВНИРО» с добавлением небольшого количества животных кормов (Смирнов, Глухов, 2020). Кормление производили в утреннее и вечернее время. Стоит отметить, что животные корма поедались

активнее, чем сухой корм. При этом, несмотря на различия в режимах кормления, все отобранные особи успешно отнерестились.

Нерест начался 26.05.2025 и продолжался до 10.06.2025.

Во время нереста самки были разделены на несколько экспериментальных групп. Первая группа состояла из самок при групповом содержании (от 9 до 21 самок-производителей в 1 лотке УЗВ объёмом 0,375 м³) совместно с ранней молодью. Молодь свободно откреплялась от самок и попадала в общую ёмкость. Самок отсаживали из ёмкости с молодью только после полного завершения нереста. Лоток был оборудован укрытиями для производителей и молоди.

Во второй группе самок и их раннюю молодь содержали совместно, но изолированно от других самок и их молоди в отдельных аквариумах (по одной самке с молодью на 40-литровый аквариум).

Самок третьей группы содержали в экспериментальном садке, в котором они были отделены от молоди и друг друга сетным полотном. Дно и стенки конструкции были сделаны из садовой сетки. Экспериментальный садок поместили в лоток УЗВ на специальной подставке, позволяющей сошедшей с самок молоди покидать садок. Садок был разделён на несколько отсеков различной площади (448, 560, 736 и 1 120 см²). Самок помещали в секции по одной. Для кормления использовали погруженные стеклянные чашки Петри. После открепления молоди от самок она опускалась на дно, но не контактировала с производителями.

В период нереста из-за плохой поедаемости кормление производителей всех групп прекратили.

Результаты и обсуждение

Результаты эксперимента показали схожую результативность нереста при различных вариантах содержания

производителей. Показано, что для индивидуального нерестового содержания одной самки достаточно минимальной площади 448 см² (Савельев, Канаев, 2015).

Полученная молодь длиннопалого рака совершила первую линьку на следующий день после схода с самок, и в дальнейшем линьки происходили через каждые 7—10 дней. Во время нереста у самок-производителей длиннопалого рака выявляли признаки ржаво-пятнистой болезни, таких самок изымали и изолировали от остальных особей. Доля особей с признаками заболевания составила 7,1 % (9 экз.).

После нереста и полного открепления ранней молоди от самок провели учёт количества молоди путём секторного фотографирования и с применением графических компьютерных программ. Анализ показал схожие результаты нереста для особей разных групп выдерживания.

После окончания нереста и этапа «роения» (порядка пяти суток) начали кормление молоди длиннопалого рака. Кормление молоди проводили различными способами. Кормление первой группы осуществляли животным кормом: морожеными личинками хирономид и дафнией, кормление второй группы производили сухим кормом и личинками хирономид. Третья группа была поэтапно переведена на кормление только сухим кормом разработки «ВНИРО».

Заключение

В результате экспериментальных работ было показано, что при переводе из воздушной среды в водную самок-производителей после их транспортировки в равной степени эффективны как капельное добавление воды, так и последовательное погружение и извлечение самок из воды.

В преднерестовый период возможно совместное групповое содержания самок-производителей.

Установлено, что индивидуальное содержание самок-производителей в нерестовый период эффективно и при использовании минимальной площади 448 см², использование большей площади нецелесообразно.

В ходе эксперимента не выявлено различий в эффективности нереста самок-производителей, во время преднерестового выдерживания которых были использованы различные рационы (разные виды и соотношение живых кормов, добавление сухого корма «ВНИРО»).

Случаи поедания самками-производителями собственной молоди в ходе эксперимента не зафиксированы, вместе с тем рекомендуется удалять самок после полного схода молоди. Из-за низкой поедаемости корма и короткого периода нереста кормление самок-производителей во время нереста нецелесообразно.

В преднерестовый и постнерестовый периоды возможно кормление производителей как живыми кормами, так и специализированными комбикормами «ВНИРО» (при условии предварительного постепенного перевода особей на них).

Библиографический список

- Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 1994. — 218 с.
- Животовский Л.А. Популяционная биометрия. — М.: Наука, 1991. — 271 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 с.
- Полин А.А. Садковое подращивание молоди длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* ESCHSCHOLTZ, 1823 в пруду научного центра аквакультуры «Взморье» (Ростовская область) // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. — 2025. — № 4. — С. 41—49.
- Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. — М.: Колос, 2009. — 312 с.
- Савельев Д.Э., Канаев А.И. Влияние плотности посадки на рост и выживаемость молоди широкопалого рака *Astacus astacus* (L.) в условиях замкнутой системы водоснабжения // Известия ТИНРО. — 2015. — Т. 181. — С. 247—256.
- Смирнов А.Н., Глухов В.П. Комбикорма для объектов аквакультуры: современные тенденции. — М.: ВНИРО, 2020. — 168 с.
- Ухин В.И., Мамаев А.В. Биотехника выращивания раков в условиях УЗВ // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2018. — № 5. — С. 54—59.
- Ackefors H. Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: A European and global perspective // Fish and Fisheries. — 2000. — Vol. 1, №. 4. — P. 337—359.
- Holdich D.M., Black J. The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (RAFINESQUE, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK // Aquatic Invasions. — 2007. — Vol. 2, № 1. — P. 1—15.
- Reynolds J.D. Growth and reproduction // Biology of Freshwater Crayfish / ed. by D.M. Holdich. — Oxford: Blackwell Science, 2002. — P. 152—191.

УДК 639.3.043.13

ВЛИЯНИЕ ФИТОБИОТИКОВ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ МОЛОДИ ТИЛЯПИИ

С. С. Спиридов, Ю. М. Ширина, А. В. Теплякова

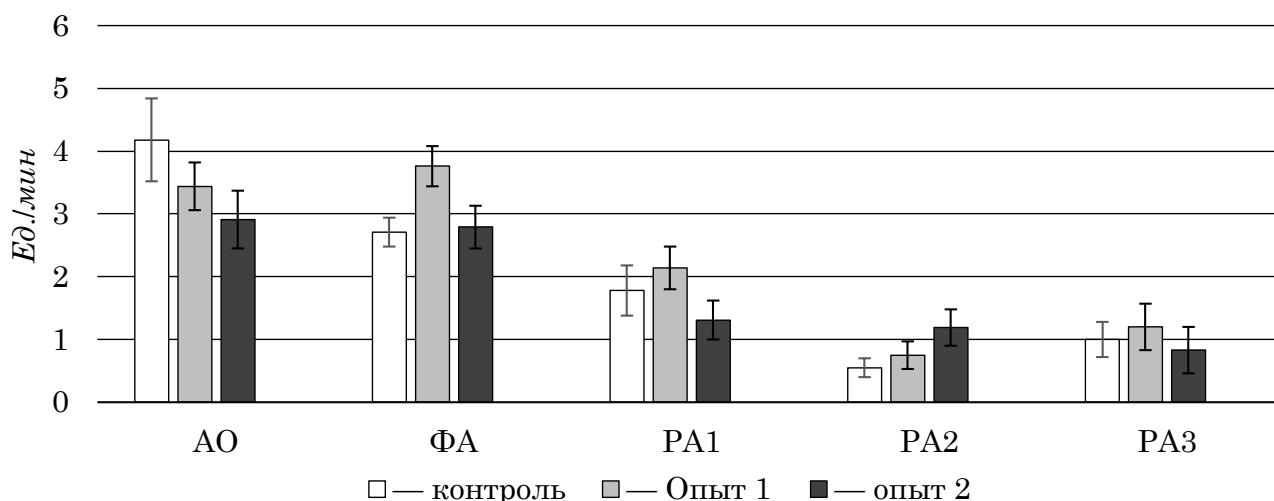
*Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, Россия**E-mail: sergey-spiridov@yandex.ru*

Растущий спрос на рыбу во всём мире привёл к интенсификации методов аквакультуры, что, в свою очередь, потребовало разработки устойчивых стратегий для увеличения объёмов производства рыбы и улучшения её здоровья. Повысить эффективность выращивания рыбы возможно путём включения в состав корма фитобиотиков (Применение высокофункциональных добавок ... , 2024). Фитобиотики — это биологически активные соединения растительного происхождения, которые в наши дни становятся естественной альтернативой синтетическим добавкам и антибиотикам в кормах для аквакультуры. К таким соединениям относятся сапонины, терпеноиды, флавоноиды, алкалоиды и эфирные масла. Фитобиотики улучшают усвоение корма, стимулируют секрецию пищеварительных ферментов и регулируют микробиоту кишечника. Иммуностимулирующие свойства фитобиотиков могут усиливать врождённый и адаптивный иммунитет за счёт активации генов, связанных с иммунитетом, и фагоцитарных клеток (таких как макрофаги и нейтрофилы). Они также повышают активность лизоцима и иммуноглобулинов, тем самым укрепляя механизмы иммунной защиты рыб. Фитобиотики также обладают антиоксидантным, противомикробным, противовоспалительным и противопаразитарным действием, повышая стрессоустойчивость и сопротивляемость болезням у рыб (Growth-promoting ... , 2023). Их эффективность была изучена на различных видах, однако, было замечено, что на эффективность работы влияют изменения окружающей среды, виды и состав фитобиотиков. Нормативно-правовая база в

отношении фитобиотиков в разных странах отличается, что требует стандартизации биологически активных соединений с помощью инновационных методов. Несмотря на различные трудности, фитобиотики представляют собой дешёвое, масштабируемое и экологичное решение для аквакультуры (Phytobiotics ... , 2026). Целью работы явилось изучение влияния фитобиотиков на поведенческие реакции молоди тилапии.

Материал и методы

Эксперимент проводили в лаборатории аквакультуры и водных биоресурсов ЮНЦ РАН. Объект исследования — молодь красной тилапии в количестве 165 *шт.* средней массой $2,15 \pm 0,11$ г. Молодь распределили по трём экспериментальным группам (по 55 *ос.*). Контрольная группа получала корм без добавления фитобиотиков, группа «Опыт 1» — корм с добавлением корня солодки, группа «Опыт 2» — корм с добавлением листьев розмарина. Кормление рыб проводили вручную 3 раза в сутки. Продолжительность эксперимента — 80 *сут.* Температуру воды и растворённый кислород измеряли ежедневно. Температура воды в аквариумах составляла $27,5 \pm 0,33$ °C, *pH* — 7,41, растворённый кислород — 5,5 *мг/л*, жёсткость воды — 4,15 *мг-экв/л*. Исследование поведенческих реакций рыб проводили с использованием теста «открытое поле». Методика исследования включала несколько этапов: первичная оценка — замер ориентировочной активности в первые 30 с по количеству пересечений линий сетки; период адаптации — 3-минутная акклиматизация рыб к новым условиям; фоновая активность — фиксация базовой



Изменение поведенческих реакций молоди тилпии в тесте «открытое поле» ($p \leq 0,001$): ОА — ориентировочная активность; ФА — фоновая активность; РА1 — реактивность на низкочастотный раздражитель; РА2 — реактивность на кратковременный световой раздражитель; РА3 — реактивность на постоянный световой раздражитель

активности с 4-й по 7-ю минуту; первое воздействие — применение низкочастотного сигнала (20—150 Гц) на 7-й минуте (реакция Р1); второе воздействие — включение освещения интенсивностью 250—300 лк на 9-й минуте для проверки зрительных реакций (реакция Р2); заключительный этап — фиксация реакции на постоянный свет через 10 мин. (реакция Р3). Статистический анализ данных проводили в виде описательной статистики. Данные представлены как среднее значение плюс-минус стандартная ошибка ($M \pm m$). При нормальном распределении данных различия считали достоверными согласно параметрическому критерию Стьюдента ($p < 0,05$), при ненормальном распределении согласно непараметрическому критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Рост молоди на контрольном и опытных рационах достоверно не отличался. Абсолютный прирост массы в исследуемых группах составил 17,04 г, 17,08 и 16,34 г. Выживаемость в опытных группах была выше, чем в контроле в среднем на 14 %. Поведенческие показатели в тесте «открытое поле» представлены на рисунке.

Контрольная группа имела наивысшую ориентировочную активность (4,18 ед./мин), превосходя опытные группы на 18—30,4 %. При воздействии раздражителей активность снижалась, особенно заметно во второй опытной группе (до 2,14 ед./мин). При длительном световом воздействии активность контрольной и первой группы возросла на 44,5 %. Анализ соотношения ориентировочной и фоновой активности выявил, что у первой и второй опытных групп этот показатель был на 33—41 % ниже контрольных значений. При низкочастотном воздействии реактивность контрольной группы превышала опытные на 25 %. В итоге, молодь опытных групп смогла стабилизировать состояние и вернуться к базовому уровню двигательной активности после помещения их в новую среду, что свидетельствует об их лучшей адаптации по сравнению с контрольной группой.

Заключение

Таким образом, использование фитобиотиков в рационах молоди тилпии показало свою эффективность как в плане роста и выживаемости, так и в аспекте адаптации к новым условиям обитания.

Библиографический список

Применение высокофункциональных добавок в кормлении осетровых рыб / Е.А. Дутиков, С.В. Пономарев, О.А. Левина [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2024. — Т. 18, № 9 (224). — С. 648—658.

Growth-promoting and immunostimulatory effects of phytobiotics as dietary supplements for *Pangasianodon hypophthalmus* fingerlings / A. Abdelaziz Rehab, M. Shukry, M.R. Abdel-Latif Hany, M. Saleh Rasha // Fish & Shellfish Immunology. — 2023. — Vol. 133. — Art. 108531.

Phytobiotics for Disease Resistance and Immune Health in Aquaculture: Enhancing Resilience and Sustainability / S. Raman, M.S. Dorothy, G. Kumar, G.S. Behere, P.K. Pandey // Phytobiotics for Sustainable Aquaculture: Innovations, Benefits, and Future Perspectives / ed. by M.T. Kamble, N. Pirarat, B.R. Chavan, S.V. Medhe. — Boca Raton: CRC Press, 2026. — P. 172—189.

УДК 597.556.33(470.620)

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОНСКОГО ЕРША — *GYMNOCEPHALUS ACERINUS* (Gmelin, 1774) КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А. В. Стуков, Н. Г. Пашинова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: anton.stukov2014@yandex.ru

Донской ёрш — *Gymnocephalus acerinus* (Gmelin, 1789) — пресноводная рыба, обитающая в бассейнах рек Днестр, Южный Буг, Днепр, Припять, Десна, Дон и Кубань. Для р. Кубань является инвазионным видом, до 1986 г. в бассейне Кубани не встречался (Москул, 1988). Предположительно, за счёт большого количества каналов, соединяющих бассейн Дона и бассейн Кубани, а также опреснённые участки Азовского моря и систему Азовских лиманов, произошло постепенное самовселение, ранее не присутствовавших здесь представителей окунеобразных, в том числе и донского ерша из бассейна р. Дон (Москул, 2003).

Донской ёрш предпочитает водоёмы с быстрым течением, но может обитать в старицах и озёрах с медленным течением, является сорным видом и объектом любительского рыболовства. Входит в кормовую базу хищных промысловых видов. Питается в основном донными беспозвоночными, может есть икру других рыб (в том числе ценных и промысловых), выступает в роли конкурента за кормовую базу с ценными рыбами (Москул, 2021).

Сведения по биологии и морфологии донского ерша в литературе встречаются только в общем виде, по бассейну р. Кубани, а данные по популяции донского ерша Краснодарского вдхр. отсутствуют (Москул, 1988; Иванцова, 2014).

Цель исследования — изучение морфобиологической характеристики донского ерша Краснодарского вдхр.

Материал и методы

Исследования проводили в период 2025—2026 гг. в Краснодарском вдхр. Всего было проанализировано 64 экз.

донского ерша. Сбор и обработка ихтиологического материала на биологический анализ проведена согласно общепринятым методикам (Котляр, 2013). Морфометрические измерения проводили на свежих экземплярах рыб по 40 признакам (8 меристических и 32 пластических). Данные морфометрических измерений обрабатывали вариационно-статистическим методом. Пластические признаки отражали в процентах от длины тела (l) и от длины головы (ao). Статистическую обработку материала осуществляли с использованием стандартных методов вариационной статистики: расчёт средних арифметических значений (M), их стандартные ошибки (m), среднее квадратичное отклонение (σ), коэффициент вариации (Cv , %) и t -критерий Стьюдента (T_{St}) (Лакин, 1990).

Результаты и обсуждение

Морфологическая характеристика. Донской ёрш Краснодарского вдхр. характеризуется следующими меристическими признаками: DI XVII—XIX, DII 12—14, A 6—7. В боковой линии ($l.l.$) 55—60 чешуй, в среднем — $57,6 \pm 0,16$. Жаберных тычинок на 1-ой жаберной дуге 10—13 в среднем — $11,7 \pm 0,13$. Позвонков 34—36, в среднем — $34,9 \pm 0,07$. Полная морфологическая характеристика донского ерша представлена в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, коэффициенты вариации меристических и пластических признаков донского ерша по 35 из 40 (8 меристических и 32 пластических) показателей не превышают 10 %, согласно Г.Ф. Лакину (1990) такое варьирование считается слабым.

Таблица 1

Морфологические признаки донского ерша — *Gymnocephalus acerinus* (Gmelin, 1789) Краснодарского вдхр.

Признак	<i>Min—max</i>	<i>M ± m</i>	<i>S_x</i>	<i>Cv, %</i>
Масса рыбы, г	21,2—169,6	82,0 ± 4,99	39,9	48,6
Длина тела без С (l), см	8,1—20,8	14,4 ± 0,48	3,9	26,9
Возраст	1—6	—	—	—
Меристические признаки				
Чешуй в боковой линии (<i>l.l.</i>)	55—60	57,6 ± 0,16	1,3	2,2
Чешуй над боковой линией (<i>l.ls</i>)	6—7	6,5 ± 0,06	0,5	7,8
Чешуй под боковой линией (<i>l.li</i>)	20—22	21 ± 0,10	0,8	4,0
Число лучей в ID	17—19	17,8 ± 0,08	0,7	3,7
Число ветвистых лучей во IID	12—14	13,2 ± 0,09	0,7	5,5
Число ветвистых лучей в A	6—7	6,5 ± 0,06	0,5	7,8
Число тычинок на 1-ой жаберной дуге	10—13	11,7 ± 0,13	1,0	8,8
Число позвонков	34—36	34,9 ± 0,07	0,6	1,7
Пластические признаки, в % к длине тела				
Длина головы (<i>ao</i>)	28,2—37,4	31,8 ± 0,26	2,1	6,5
Длина рыла (<i>an</i>)	13,3—18,5	15,7 ± 0,16	1,3	8,2
Диаметр глаза (<i>np</i>)	5,6—7,4	6,5 ± 0,05	0,4	6,7
Заглазничный отдел головы (<i>po</i>)	6,0—14,4	9,6 ± 0,26	2,1	21,9
Высота головы у затылка (<i>lm</i>)	13,8—21,8	17,6 ± 0,24	1,9	10,8
Ширина лба (<i>io</i>)	4,8—5,6	5,1 ± 0,03	0,2	4,1
Наибольшая высота тела (<i>gh</i>)	22,7—31,0	26,1 ± 0,23	1,9	7,1
Наименьшая высота тела (<i>ik</i>)	6,0—6,9	6,4 ± 0,03	0,2	3,8
Антедорсальное расстояние (<i>aq</i>)	32,0—37,3	34,7 ± 0,17	1,4	3,9
Постдорсальное расстояние (<i>rd</i>)	12,2—18,1	14,7 ± 0,16	1,3	8,8
Длина хвостового стебля (<i>fd</i>)	18,2—22,5	20,5 ± 0,17	1,0	5,0
Антевентральное расстояние (<i>aV</i>)	32,1—38,0	35,0 ± 0,18	1,4	4,1
Расстояние от ануса до A (<i>a—A</i>)	6,3—12,1	9,0 ± 0,18	1,5	16,3
Расстояние между V и A (<i>zy</i>)	37,9—46,6	42,8 ± 0,23	1,8	4,2
Длина основания ID (<i>qs</i>)	41,3—48,7	45,0 ± 0,24	1,9	4,2
Длина основания IID (<i>q₁s₁</i>)	12,1—15,8	14,1 ± 0,12	0,9	6,7
Наибольшая высота ID (<i>tu</i>)	13,2—18,3	15,7 ± 0,14	1,1	7,0
Наибольшая высота IID (<i>t₁u₁</i>)	11,6—13,4	12,5 ± 0,06	0,5	3,9
Длина основания A (<i>yy₁</i>)	10,0—15,5	12,9 ± 0,15	1,2	9,4
Наибольшая высота A (<i>ej</i>)	12,2—15,4	13,9 ± 0,10	0,8	5,8
Длина P (<i>vx</i>)	16,3—21,3	18,9 ± 0,16	1,3	6,9
Ширина основания P (<i>vx₁</i>)	4,2—5,0	4,6 ± 0,03	0,2	4,8
Длина V (<i>zz₁</i>)	16,8—23,9	20,4 ± 0,18	1,5	7,2
Хвостовая выемка (<i>cb</i>)	4,2—5,5	5,0 ± 0,04	0,3	6,1
Пластические признаки, в % к длине головы				
Длина рыла (<i>an</i>)	37,9—47,3	43,1 ± 0,27	2,1	4,9
Заглазничный отдел головы (<i>po</i>)	41,8—49,8	45,8 ± 0,22	1,8	3,8
Диаметр глаза горизонтальный (<i>np</i>)	8,1—12,5	11,0 ± 0,18	1,5	13,4
Длина верхнечелюстной кости (<i>a₁a₂</i>)	56,9—68,0	62,0 ± 0,39	3,1	5,0
Длина нижнечелюстной кости (<i>k₁l₁</i>)	72,4—85,7	80,8 ± 0,39	3,1	3,9
Ширина лба (<i>io</i>)	12,4—16,4	14,6 ± 0,14	1,1	7,7
Высота головы (<i>lm</i>)	45,7—50,0	48,1 ± 0,13	1,0	2,1
Длина жаберной дуги (<i>lsp.br</i>)	41,4—48,9	44,6 ± 0,22	1,8	3,9

Наибольшей степенью варьирования характеризуются такие показатели: из пластических признаков в процентах к длине тела — заглазничный отдел головы (C_v — 21,9 %), высота головы у затылка (C_v — 10,8 %), расстояние от ануса до A (C_v — 16,3 %); из пластических признаков в процентах к длине головы — горизонтальный диаметр глаза (C_v — 13,4 %). Таким образом, анализ данных статистической обработки донского ерша показал, что они не выходят за пределы вариаций признаков, характерных для вида и характеризуются слабой изменчивостью.

Так же проводили изучение полового диморфизма донского ерша. Данные средних значений морфологических признаков самок и самцов сравнивали попарно. Для проверки достоверности отличий использовали t -критерий Стьюдента.

В целях упрощения сравнения данных в таблицу были вынесены только те значения, которые имели достоверные различия на 95%-ом и более уровнях значимости (табл. 2).

Достоверные отличия между самками и самцами наблюдаются по 16 из 40 изученных морфологических признаков, что составляет 40,0 % от их общего числа. Согласно данным статистической обработки, можно заключить, что самки достоверно ($p = 0,01$) превосходят самцов по относительным величинам следующих признаков: в процентах к длине тела — длина рыла, длина основания A , наибольшая высота A ; в процентах к длине головы — длина верхнечелюстной кости, длина нижнечелюстной кости. Самцы превосходят самок по диаметру глаза, заглазничному отделу головы, высоте головы у затылка, постдорсальному

Таблица 2

Половой диморфизм донского ерша — *Gymnocephalus acerinus* (GMELIN, 1789)
Краснодарского вдхр.

Признак	Самки (39 экз.)		Самцы (25 экз.)		T_{St}
	$M \pm m$	$C_v, \%$	$M \pm m$	$C_v, \%$	
Средняя длина тела (l), см	$14,8 \pm 0,60$	—	$13,6 \pm 0,79$	—	1,21
Масса рыбы полная, г	$93,8 \pm 6,82$	—	$63,7 \pm 5,43$	—	3,45**
Масса гонад, г	$21,4 \pm 1,48$	—	$1,9 \pm 0,19$	—	13,07**
В % от длины тела (l)					
Длина рыла (an)	$16,3 \pm 0,17$	6,5	$14,7 \pm 0,20$	6,9	6,10**
Диаметр глаза (np)	$6,3 \pm 0,06$	5,6	$6,9 \pm 0,06$	4,4	−7,07**
Заглазничный отдел головы (po)	$9,0 \pm 0,26$	18,3	$10,5 \pm 0,48$	23,0	−2,75**
Высота головы у затылка (lm)	$18,1 \pm 0,32$	11,1	$16,9 \pm 0,29$	8,7	2,78**
Длина хвостового стебля (fd)	$20,3 \pm 0,17$	5,3	$20,9 \pm 0,18$	4,2	−2,42*
Постдорсальное расстояние (rd)	$14,2 \pm 0,13$	5,9	$15,4 \pm 0,31$	10,0	−3,57**
Расстояние от ануса до A ($a-A$)	$8,6 \pm 0,20$	14,7	$9,8 \pm 0,30$	15,6	−3,33**
Расстояние между V и A (zy)	$43,2 \pm 0,27$	3,9	$42,1 \pm 0,37$	4,4	2,40*
Длина основания A (yy_1)	$13,4 \pm 0,17$	7,9	$12,1 \pm 0,21$	8,6	4,81**
Наибольшая высота A (ej)	$14,4 \pm 0,09$	3,9	$13,2 \pm 0,11$	4,3	8,44**
Ширина основания P (vx_1)	$4,5 \pm 0,03$	4,5	$4,7 \pm 0,04$	3,8	−4,00**
Длина V (zz_1)	$19,8 \pm 0,20$	6,5	$21,3 \pm 0,26$	6,1	−4,57**
В % от длины головы (ao)					
Длина верхнечелюстной кости (a_1a_2)	$63,1 \pm 0,47$	4,7	$60,3 \pm 0,52$	4,3	3,99**
Длина нижнечелюстной кости (k_1l_1)	$81,8 \pm 0,35$	2,7	$79,3 \pm 0,74$	4,7	3,05**
Высота головы (lm)	$48,3 \pm 0,16$	2,0	$47,7 \pm 0,20$	2,1	2,34*
Длина жаберной дуги ($lsp.br$)	$44,2 \pm 0,23$	3,2	$45,2 \pm 0,41$	4,5	−2,13*

Примечание — * — данные достоверны на уровне значимости 95 % ($p = 0,05$); ** — данные достоверны на уровне значимости 99 % ($p = 0,01$)

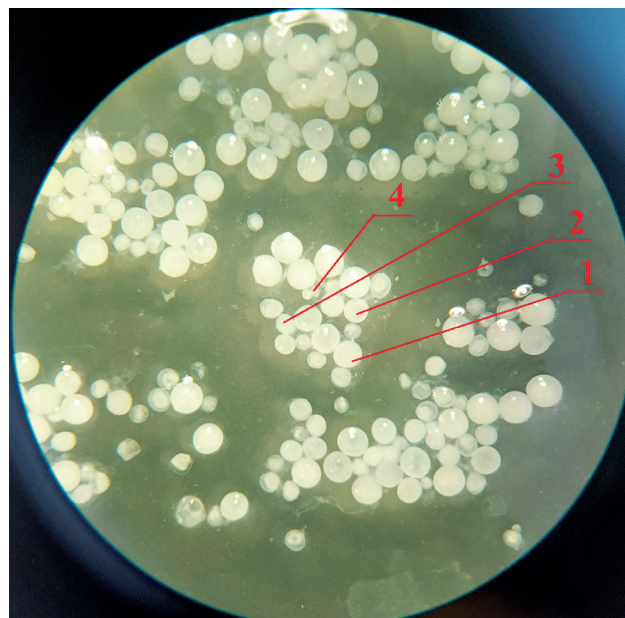
расстоянию, расстоянию от ануса до A , ширине основания P и длине V (табл. 2).

Биологическая характеристика. Размерные характеристики донского ерша Краснодарского вдхр. были представлены группой особей в пределах от 8,4 до 27,6 см, массовые характеристики от 15,1 до 169,6 г (табл. 3).

Темпы линейного и весового роста донского ерша представленные в табл. 3, характеризуются скачкообразным ростом у младшевозрастных групп 31,3—41,1 % по длине и 46,8—165,3 % по массе, и замедлением темпов роста к старшевозрастным группам 8,6—22,7 % по длине и 12,7—32,4 % по массе. Данные показатели приростов свидетельствуют о нормальном развитии популяции, где младшевозрастные особи быстро набирают массу и увеличивают размеры, а старшевозрастные особи тратят энергию ещё и на развитие гонад.

Донской ёрш Краснодарского вдхр. становится половозрелым на первом-втором году жизни. Самцы созревают раньше самок. В нерестовом стаде преобладают 2—3 годовалые самцы и 3—4 годовалые самки. Расчёт индиви-

дуальной плодовитости показал колебания численности икринок в яичниках от 13,5 до 122,1 *тыс. шт.*, что является нормальным показателем для вида. Нерест порционный. В яичниках самок отчётливо видны три порции икры и яйцеклетки генерации следующего года. Икра желтовато-бежевого цвета (рисунок).



Ооциты первой (1), второй (2) и третьей (3) порции икры донского ерша, а также генерация следующего года (4)

Таблица 3

Темпы линейного и весового роста донского ерша — *Gymnocephalus acerinus* (GMELIN, 1789) Краснодарского вдхр.

Линейный рост					
Возраст	$L, \text{ см}$ $M \pm m$	Min—max	$N,$ экз	Прирост	
				см	$\%$
1	$9,5 \pm 0,26$	8,4—10,7	11	—	—
2	$13,4 \pm 0,28$	11,2—15,0	18	3,9	41,1
3	$17,6 \pm 0,60$	15,0—19,9	9	4,2	31,3
4	$21,6 \pm 0,23$	19,9—22,8	16	4,0	22,7
5	$24,3 \pm 0,43$	22,7—25,9	7	2,7	12,5
6	$26,4 \pm 0,63$	25,5—27,6	6	2,1	8,6
Весовой рост					
Возраст	$M, \text{ г}$ $M \pm m$	Min—max	$N,$ экз.	Прирост	
				г	$\%$
1	$21,6 \pm 1,49$	15,1—30,9	11	—	—
2	$57,3 \pm 2,37$	39,5—73,9	18	35,7	165,3
3	$84,1 \pm 3,87$	70,2—102,7	9	26,8	46,8
4	$111,8 \pm 4,57$	85,4—139,5	16	27,7	32,4
5	$126,0 \pm 7,98$	99,1—155,7	7	14,2	12,7
6	$160,4 \pm 5,02$	152,3—169,6	6	34,4	27,3

Донской ёрш питается в тёмное время суток, за частую донными организмами, а также поедает икру рыб и молодь. Самым часто встречаемыми кормовыми объектами в желудках рыб, как по массе, так и по численности являлись хирономиды. Коэффициенты упитанности по Фультону колебались от 1,96 у самцов до 3,47 у самок, а по Кларк от 1,44 у самцов и до 2,67 у самок.

Заключение

Популяция донского ерша в Краснодарском вдхр. стабильна, её параметры типичны для вида. Донской ёрш не несёт промысловой ценности, только входит в кормовую базу хищников. Может составлять кормовую конкуренцию для мальков промысловых видов рыб. Основу рациона составляют донные беспозвоночные (преимущественно хирономиды).

Морфологически популяция однородна: варьирование большинства из 40 изученных признаков слабое ($C_v < 10\%$). Выявлен половой диморфизм — досто-

верные различия между самками и самцами зафиксированы по 16 признакам (40 % от общего числа).

У молоди рост скачкообразный и замедляется у старших особей. Половая зрелость наступает на 1—2-м году жизни (самцы созревают раньше самок). В нерестовом стаде преобладают 2—3-годовалые самцы и 3—4-годовалые самки. Плодовитость — 13,5—122,1 *тыс.* икринок; нерест порционный (в яичниках три порции икры и генерация следующего года).

Условия Краснодарского вдхр. способствуют комфортной жизнедеятельности донского ерша, чему свидетельствуют высокие показатели темпов роста. Это обусловлено богатой кормовой базой и температурным режимом.

В дальнейшем считаем необходимым проведение исследований, направленных на: изучение генетических маркеров других популяций, анализ экологических ниш и изучение влияния антропогенных факторов на морфологию рыб.

Библиографический список

Иванцова В.А. Морфобиологическая характеристика донского ерша и его роль в экосистеме водоёмов бассейна Кубани: бакалаврская работа / науч. рук. Г.А., Москул. — Краснодар, 2014. — 47 с.

Котляр О.А. Методы рыбохозяйственных исследований (ихтиология): учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Рыбное: Дмитровский фил. «АГТУ», 2013. — 222 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 с.

Москул Г.А. Видовой состав рыб и условия их размножения в Краснодарском водохранилище // Актуальные вопросы изучения экосистемы бассейна Кубани / редкол.: В.Я. Нагалецкий (отв. ред.) [и др.]: в 2 ч. Ч. 1. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 1988. — С. 109—113.

Москул Г.А. Рыбы водоёмов бассейна Кубани: определитель. — 2-е изд., испр. и доп. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021. — 312 с.

Москул Н.Г. Морфобиологическая характеристика берша *Stizostedion volgense* (Gmelin) и его роль в экосистеме водоёмов бассейна Кубани: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Ростов н/Д., 2003. — 23 с.

УДК 574.583(470.620)

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ЗООПЛАНКТОННЫХ ОРГАНИЗМОВ КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С. Н. Шалито, А. В. Абрамчук

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: sofia19988@mail.ru

Зоопланктон является основной кормовой базой для многих видов рыб, особенно на ранних стадиях развития. Молодь большинства промысловых рыб Краснодарского вдхр. (карповые, окунёвые, сельдёвые) в первые недели после вылупления питается исключительно планктонными организмами, преимущественно коловратками и науплиальными стадиями копепод. Снижение биоразнообразия зоопланктона негативно отражается на всех трофических уровнях водной экосистемы, включая промысловые виды рыб. Таким образом, мониторинг зоопланктонных сообществ позволяет прогнозировать рыбопродуктивность водоёма, что особенно актуально для внутренних водоёмов Краснодарского края (Москул, Абрамчук, Пашинова, 2017).

Краснодарское вдхр. является крупнейшим на Северном Кавказе искусственным водоёмом (Лагута, Погорелов, 2019). Оно подразделяется на четыре участка: верхний (глубина не превышает 2,5 м, включает бывшее Тщикское вдхр.), средний (с глубинами до 5—7 м и наличием затопленных старых русел рек-притоков), приплотинный (наиболее глубоководный с глубинами от 8 до 12 м) и мелководный (глубина до 2 м, включает низовья рек-притоков Псекупса, Марты, Пшиша, Белой) (Корниенко, Чайка, 2022).

Материал и методы

Исследование проводилось в акватории Краснодарского вдхр., в весенний период 2026 г. Пробы зоопланктона отбирались в 4 местах по акватории: точка 1 (45.021437, 39.263622) и точка 2 (45.016581, 39.263622) в окрестностях хут. Ленина, точка 3 (45.091540, 39.532636) в окрестностях с. Красногвар-

дейского и точка 4 (44.938119, 39.381231) в окрестностях а. Пшикуйхабль. Отбирали пробы путём процеживания 100 л воды через сеть Джели. Пробы фиксировали нейтральным формалином до конечной концентрации 1—2 %. Подсчёт организмов вели в камере Богорова (Руководство по методам ... , 1980), под стереоскопическим микроскопом. Во время просмотра в камере определяли видовой состав и численность организмов каждого вида.

Результаты и обсуждение

В результате исследования установили, что в составе зоопланктона Краснодарского вдхр. в весенний период обнаружено 47 представителей. Из них 25 таксонов относятся к коловраткам (Rotifera), 6 к классу ветвистоусых ракообразных (Branchiopoda) и 16 к классу веслоногих ракообразных (Copepoda) (таблица).

Общая численность зоопланктона по местам отбора варьировала от 670 до 3 072 экз./м³. Минимальное значение было отмечено в точке 1 (670 экз./м³), максимальное значение — в Красногвардейском районе (3 072 экз./м³). По общей численности в четырёх районах исследования доминировали такие виды, как *Asplanchna* sp. (75 %), *Cephalodella* sp. (75 %) и *Eudiaptomus* sp. (75 %). Высокая доля науплиусов во всех пробах характерна для начала вегетационного периода.

В районе хут. Ленина преобладали коловратки (*Keratella quadrata*, *Keratella cruciformis*, *Asplanchna* sp., *Cephalodella* sp.), и копеподы из семейства Cyclopidae. В Красногвардейском и в Теучежском районах доминировали копеподы (*Diacyclops* sp., *Eudiaptomus* sp.) и коловратки *Ploesoma* sp.

Видовой состав и численность зоопланктона Краснодарского вдхр. (март 2026 г.)

Таксон	Численность, экз./м ³			
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Класс Branchiopoda				
1. <i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> (BAIRD, 1857)	—	—	—	32
2. <i>Camptocercus</i> sp.	40	—	—	—
3. <i>Chydorus</i> sp.	10	—	—	—
4. <i>Daphnia (Ctenodaphnia) bolivari</i> (RICHARD, 1888)	—	—	—	32
5. <i>Disparalona</i> sp.	20	—	—	—
6. <i>Eurycercus (Teretifrons) glacialis</i> LILLJEBORG, 1887	—	—	192	—
Класс Copepoda				
7. <i>Acanthocyclops muscicolus</i> (LASTOCHKIN, 1924)	—	40	—	—
8. <i>Acanthodiaptomus</i> sp.	—	—	112	—
9. <i>Arctodiaptomus</i> sp.	—	—	—	256
10. <i>Attheyella</i> sp.	40	—	—	—
11. <i>Bryocamptus</i> sp.	—	120	—	—
12. Сем. Cyclopidae RAFINESQUE, 1815	80	280	—	—
13. <i>Diacyclops</i> sp.	—	—	320	176
14. <i>Eudiaptomus</i> sp.	—	30	224	256
15. <i>Eucyclops</i> sp.	20	—	—	—
16. <i>Eucyclops (Speratocyclops) speratus</i> (LILLJEBORG, 1901)	—	—	448	—
17. <i>Macrocyclus</i> sp.	—	—	368	—
18. <i>Megacyclus latipes</i> (LOWNDES, 1927)	—	—	32	—
19. <i>Mesocyclops (Mesocyclops) leuckarti</i> (CLAUS, 1857)	—	—	96	—
20. <i>Tropodiaptomus</i> sp.	—	—	—	256
21. <i>Tropocyclops</i> sp.	20	—	—	192
22. Науплиальные формы копепод	140	100	288	240
Тип Rotifera, класс Eurotatoria				
23. <i>Asplanchna priodonta</i> (GOSSE, 1850)	20	—	—	64
24. <i>Asplanchna</i> sp.	80	160	—	112
25. <i>Beauchampiella eudactylota</i> (GOSSE, 1886)	—	60	—	—
26. <i>Cephalodella hoodi</i> (GOSSE, 1886)	—	—	160	—
27. <i>Cephalodella</i> sp.	30	60	—	48
28. <i>Dicranophorus</i> sp.	—	—	32	—
29. <i>Eosphora ehrenbergi</i> WEBER, 1918	—	40	—	—
30. <i>Eosphora</i> sp.	20	—	—	64
31. <i>Euchlanis lyra</i> (HUDSON, 1886)	—	150	—	—
32. <i>Euchlanis</i> sp.	—	—	224	—
33. <i>Filinia longiseta</i> (EHRENBERG, 1834)	—	60	—	—
34. <i>Filinia</i> sp.	—	—	—	32
35. <i>Gastropus</i> sp.	—	—	—	48
36. <i>Gastropus stylifer</i> (IMHOF, 1891)	—	—	32	—
37. <i>Kellicottia longispina</i> (KELLCOTT, 1879)	—	60	—	—
38. <i>Keratella cruciformis</i> (THOMPSON, 1892)	100	40	—	—
39. <i>Keratella quadrata</i> (MÜLLER, 1786)	20	140	—	—
40. <i>Notholca cinetura</i> SKORIKOV, 1914	—	—	64	—
41. <i>Notholca cornuta</i> (CARLIN, 1943)	20	—	—	—
42. <i>Notholca</i> sp.	10	—	—	—
43. <i>Ploesoma</i> sp.	—	—	288	64

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
44. <i>Synchaeta</i> sp.	—	—	96	—
45. <i>Testudinella patina</i> (HERMANN, 1783)	—	—	32	—
46. <i>Testudinella</i> sp.	—	120	—	48
47. <i>Testudinella truncata</i> (GOSSE, 1886)	—	80	64	—
Итого:	670	1 540	3 072	1 920

В то же время в момент начала эксплуатации Краснодарского вдхр. в весенний период численность зоопланктонных организмов была высокая с преобладанием коловраток и веслоногих ракообразных (52 тыс. экз./м³ и 53 тыс. экз./м³ соответственно) (Москул,

Никитина, Гаврикова, 1982). В сравнении с полученными данными это говорит об изменении гидрологического режима в связи с эксплуатацией водоёма, и важности дальнейшего изучения зоопланктона Краснодарского водохранилища.

Библиографический список

Корниенко Г.С., Чайка Т.В. Динамика количественного развития весенне-летнего зоопланктона Краснодарского водохранилища // Водные биоресурсы и среда обитания. — 2022. — Т. 5, № 2. — С. 43—53.

Лагута А.А., Погорелов А.В. Изменение морфометрических характеристик Краснодарского водохранилища за период эксплуатации (1973 — 2018 годы) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. — 2019. — Т. 25, № 2. — С. 5—15.

Москул Г.А., Абрамчук А.В., Пашинова Н.Г. Современное состояние и перспективы развития пастбищного рыбоводства в Краснодарском крае // Достижения академической науки на Юге России: материалы науч. мероприятий, приуроч. к 15-летию ЮНЦ РАН: Междунар. науч. форума. — Ростов н/Д.: ЮНЦ РАН, 2017. — С. 474—476.

Москул Г.А., Никитина Н.К., Гаврикова Е.Г. Современное состояние и пути развития рыбного хозяйства на водохранилищах Краснодарского и Ставропольского краёв // Труды ГосНИОРХ. — 1982. — Т. 186. — С. 43—143.

Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений (временное) / подгот. А.В. Цыбань [и др.], под ред. А.В. Цыбань. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 191 с.

УДК 577.1:591.134:594.12

МОРФО-СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОМАТИЧЕСКОГО РОСТА ТРЁХ СУБПОПУЛЯЦИЙ МОЛЛЮСКА *MYTILASTER LINEATUS* В УСЛОВИЯХ СЛАБОГО НЕФТЕУГЛЕРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ (АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ БАССЕЙН)

С. А. Щербань

ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Россия

E-mail: Shcherbansa@yandex.ru

Mytilaster lineatus (Gmelin, 1791) (сем. Mytilidae) — доминантный вид среди двустворчатых моллюсков Азово-Черноморского бассейна. Встречается на твёрдых субстратах сублиторальной зоны практически повсеместно, включая территории бухт. В обобщённых данных по видовой структуре, численности и биомассе таксоцена Mollusca в обрастаниях твёрдых естественных субстратов у черноморского побережья Крыма отмечается, что *M. lineatus* занимает лидирующее положение в биоценозах моллюсков по численности (4 341—4 353 экз./м², от 50—55,5 и до 90 %) (Макаров, Ковалева, 2017; Копий, 2018; Макрозообентос мелководья ... , 2022; Алемов, 2021; Ткаченко, Тихонова, Витер, 2025) и нередко по биомассе — от 348,7 до 552,5 г/м² и даже до 1 043 г/м², 94,6 %) (Макаров, Ковалева, 2017). Высокая численность отмечалась многие годы и у Аршинцевской косы, где митилястер составлял до 50 % от общей численности моллюсков. Отметим, что вид, несмотря на свою массовость, на настоящий момент изучен очень слабо. Недавно проведённые экспериментальные работы Ю.В. Ткаченко и Е.А. Тихоновой (2025) показали, что вид проявлял высокую резистентность к краткосрочному воздействию нефтяных углеводородов (НУ), выживаемость моллюсков составляла около 100 %. При низких концентрациях НУ в воде и при превышении ПДК в 10 раз моллюски активно фильтровали воду и адаптировались к данному токсиканту.

Цель работы — оценка влияния разных концентраций НУ на показате-

ли общего роста и тканевого биосинтеза у 3-х субпопуляций моллюска *M. lineatus*, обитающего в биотопах Азово-Черноморского бассейна.

Материал и методы

Представлены данные летних сборов эпифитона со скал в акватории трёх районов Азово-Черноморского региона. Анализировали неполовозрелую молодь моллюска с диапазоном длин 14—20 мм.

1. Бухта Змеиная. Казантипский заповедник. Азовское море. Экземпляры *M. lineatus* собирали на скалах мелководья в Змеиной бух. Отбор проб производили скребком в июле, на глубине 0,5—1,0 м. Температура морской воды 26 °С, солёность — 15 ‰, рН — 8,3. Район считается чистым, свободным от антропогенных загрязнителей. В воде бух. Змеиной отмечены минимальные концентрации углеводов (менее 64 мкг/л) по сравнению с другими заповедными акваториями. Отсутствие изопреноидного алкана пристана в момент взятия проб исключает наличие свежего нефтяного загрязнения в прибрежных водах заповедника (Углеводороды донных отложений ... , 2023). Однако характер распределения н-алканов в воде и наличие выраженного бактериопланктонного пика (C₁₈) указывают на преобладание природных источников углеводов с интенсивным развитием бактериопланктона, что может создавать благоприятные условия для роста.

2. Акватория Ени-Кале. В прибрежной акватории Керченского пролива и ранее отмечались повышенные

концентрации НУ в воде (Углеводороды донных отложений ... , 2023; Соловьёва, Тихонова, Зарипова, 2025). Так, совсем недавно, по данным 134-го рейса НИС «Профессор Водяницкий», в марте 2025 г., концентрация НУ в воде после аварии танкеров «Волгонефть-212» и «Волгонефть-239» в декабре 2024 г., достигала значений 270 мкг/л (Соловьёва, Тихонова, Зарипова, 2025). В результате этого предполагалось, что в период исследования эти показатели будут значительно повышены, что может отразиться и на показателях тканевого биосинтеза. Однако, на момент отбора проб получена величина в 122 мкг/л, что всего в 2,4 раза превышает ПДК для рыбохозяйственных водоёмов (ПДК = 50 мкг/л). В связи с этим, данную акваторию можно отнести к слабозагрязнённой по НУ. Экземпляры *M. lineatus* отбирали со скал в зоне заплеска на глубине 0,5 м летом 2025 г. Температура морской воды 19,8 °С, солёность — 17,3 ‰.

3. Акватория Севастопольской бухты. В морской воде Севастопольской бух. периодически регистрируются высокие концентрации НУ (до 330 мкг/л, превышение ПДК в 6,6 раза), что свидетельствует о постоянном их поступлении в акваторию (Мониторинг экологического состояния ... , 2012; Миронов О.Г., Миронов О.А., 2015). Моллюсков отбирали в центральной части на той же глубине. Температура морской воды составляла 20 °С, солёность — 17 ‰, $pH = 7,9$, время

отбора — июль. Средний фоновый показатель содержания НУ на момент отбора составил 76 мкг/л. Таким образом, количество НУ в воде превышало ПДК (норма ПДК = 50 мкг/л) в 1,5 раза. Акватория бухты отнесена к зоне со слабым хроническим, но перманентным загрязнением.

Результаты и обсуждение

Средние массы моллюска в изучаемых субпопуляциях практически не отличались, составляя в бух. Змеиной $0,467 \pm 0,08$ г, в бух. Ени-Кале — $0,419 \pm 0,08$ г, в бух. Севастопольской — $0,476 \pm 0,11$ г. Для выявления доли основных ростовых морфофизиологических характеристик анализировали 3 показателя: масса сырых мягких тканей (ММТ), масса раковины (МР) и межстворочная жидкость (МЖ). 1. Процентное содержание мягких тканей у особей бух. Змеиная составляло, в среднем, 15,5 %; у особей биотопа Севастопольской бух. — 13,9 %; у особей бух. Ени-Кале — значительно ниже (11,9 %) (рис. 1). Данный показатель в 11,9% для субпопуляции Ени-Кале является самым низким в сравнение с ранее полученными данными для двустворчатых черноморских видов моллюсков. 2. Относительная масса раковин (МР) в субпопуляциях моллюска входила в диапазон значений от $44,6 \pm 4,1$ до $46,1 \pm 7,4$ % и статистически не значима. 3. Межстворочная жидкость также составляла значительную

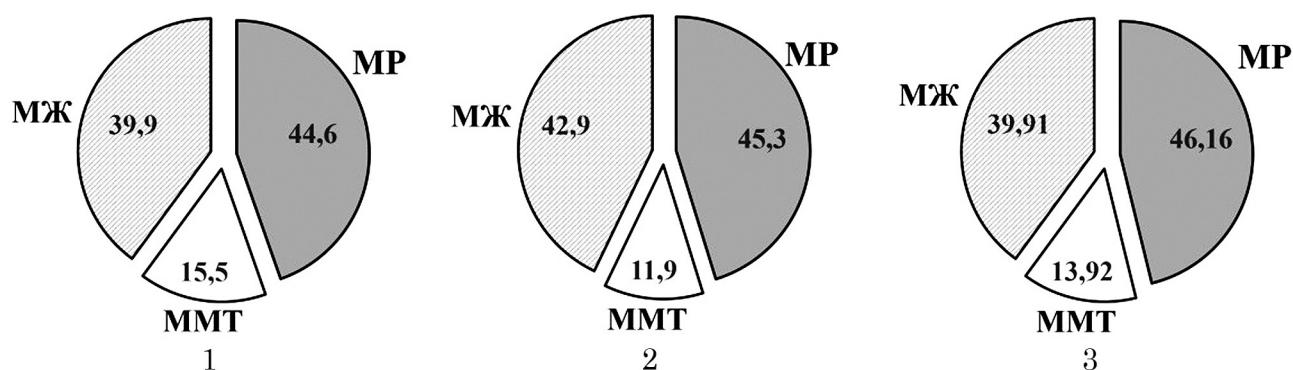


Рис. 1. Относительные величины масс мягких тканей (ММТ), масс раковины (МР) и межстворочной жидкости (МЖ) у особей 3-х субпопуляций *M. lineatus*:

1 — биотоп бух. Змеиной; 2 — биотоп Ени-Кале; 3 — биотоп Севастопольской бух.

величину от общей массы моллюска. Данные по относительным величинам этих трёх показателей у особей митилястера, обитающих в других бухтах, различных биотопах Черноморского побережья Крыма и Керченского побережья, отсутствуют.

Уровень тканевого биосинтеза оценивали по содержанию суммарных РНК и индексу роста тканей — РНК / ДНК. Необходимо отметить, что значения показателя сум. РНК, применяемого, в частности, для разных возрастных групп изучаемых двустворчатых моллюсков, находятся в небольшом числовом диапазоне — от 0,7—0,8 до 1,8, максимально — до 2,0 *мкг/мг* ткани (Щербань, 2018). Можно ранжировать данные по уровню биосинтеза на несколько категорий: с низким, средним и высоким уровнем тканевого роста. По нашим данным, высокие значения сум. РНК получены для митилястера из бух. Змеиной — $2,63 \pm 0,66$ *мкг/мг* ткани (максимальное значение, зафиксированное для черноморских двустворок); для особей биотопа Ени-Кале и Севастопольской бух. — $1,03 \pm 0,27$ и $1,07 \pm 0,18$ *мкг/мг* (рис. 2).

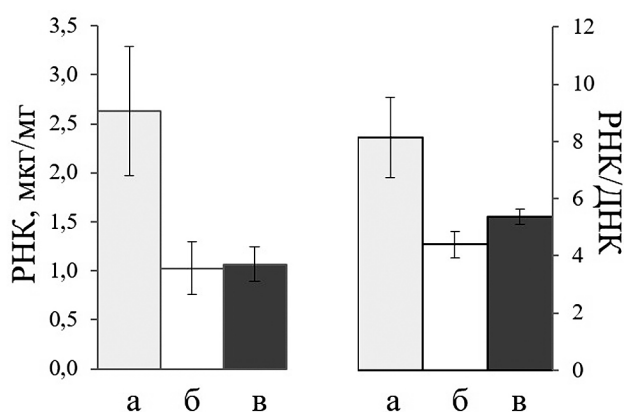


Рис. 2. Содержание сум. РНК и величины ростового индекса РНК / ДНК у особей 3-х субпопуляций *M. lineatus*:

а — биотоп бух. Змеиная; б — биотоп Ени-Кале; в — биотоп бух. Севастопольская

Значения ростового индекса РНК / ДНК у митилястера бух. Ени-Кале и Севастопольской бух. находились также в

близком диапазоне и составляли, соответственно, $4,39 \pm 0,45$ и $5,36 \pm 0,26$ у.е. Оба показателя свидетельствовали о примерно одинаковом уровне процесса в условиях слабого хронического загрязнения и загрязнения, превышающего ПДК в 2,4 раза, который можно оценить как средний. Особи популяции бух. Змеиной имели показатель индекса, превышающим эти значения в 1,6—1,8 раза. Тканевой биосинтез оценивается у них как высокий.

Заключение

Таким образом, в азово-черноморских субпопуляциях митилястера не отмечены статистически значимые различия основных морфофизиологических параметров, таких как масса раковины (МР) и масса межстворочной жидкости (МЖ). Относительная доля мягких тканей несколько выше у субпопуляции моллюсков бух. Змеиная и снижается в ряду: особи бух. Змеиной > Севастопольской бух. > бух. Ени-Кале. Анализ величин тканевого биосинтеза показал, что уровень накопления белка тканей у особей бух. Змеиной (отсутствие нефтяных углеводородов) превышал, в среднем, в 2,6 раза (по величине сум. РНК) значения у особей субпопуляции из биотопов со слабым хроническим, перманентным загрязнением НУ (бух. Севастопольская) и более выраженным — в 2,4 раза превышающим ПДК (бух. Ени-Кале). По значению РНК / ДНК уровень тканевого биосинтеза особей из чистой акватории бух. Змеиная выше в 1,6—1,8 раза.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проведена по темам Госзадания ФГБУН «Институт биологии южных морей» № 124030100137-6 «Функциональные, метаболические и молекулярно-генетические механизмы адаптации морских организмов к условиям экстремальных экотопов Чёрного и Азовского морей и других акваторий Мирового океана».

Библиографический список

Алемов С.В. Межгодовая и сезонная динамика сообществ макрозообентоса Севастопольской бухты (Чёрное море) в начале XXI века на участках с различным уровнем загрязнения // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского — природного заповедника РАН. — 2021. — № 1 (17). — С. 3—16.

Копий В.Г. Макрозообентос псевдолиторали // Биология Чёрного моря у берегов Юго-Восточного Крыма / под ред. Н.С. Костенко. — Симферополь: ИТ «Ариал», 2018. — С. 252—255.

Макаров М.В., Ковалева М.А. Структура таксоцены Mollusca на естественных твёрдых субстратах в акваториях охраняемых районов Крыма // Экосистемы. — 2017. — № 9 (39). — С. 20—24.

Макрозообентос мелководья Керченского пролива и прибрежной зоны Таманского полуострова / В.Г. Копий, Л.В. Бондаренко, В.А. Тимофеев, М.А. Ковалева // Экосистемы. — 2022. — № 30. — С. 69—81.

Миронов О.Г., Миронов О.А. Нефтяные углеводороды в морской воде прибрежной акватории города Севастополя // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. — 2015. — № 9. — С. 25—29.

Мониторинг экологического состояния бухты Артиллерийская (Севастополь, Чёрное море) / О.Г. Миронов, С.В. Алёмов, Т.С. Осадчая [и др.] // Морской экологический журнал. — 2012. — Т. 12, № 1. — С. 41—52.

Соловьёва О.В., Тихонова Е.А., Зарипова К.М. Нефтяное загрязнение Керченского пролива после аварии танкеров «Волгонепфть» в декабре 2024 г. // Морской биологический журнал. — 2025. — Т. 10, № 3. — С. 96—104.

Ткаченко Ю.С., Тихонова Е.А. Аккумуляция нефтяных углеводородов двустворчатыми моллюсками *Mytilaster lineatus* в экспериментальных условиях // Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. — Майкоп: ИП Кучеренко В.О., 2025. — С. 389—392.

Ткаченко Ю.С., Тихонова Е.А., Витер Т.В. Динамика поселения моллюсков *Mytilaster lineatus* в черноморской акватории с различной степенью нефтяного загрязнения // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. — 2025. — № 1. — С. 137—154.

Углеводороды донных отложений прибрежной акватории мыса Казантип (Азовское море) / О.В. Соловьёва, Е.А. Тихонова, Т.О. Барабашин, Г.В. Скрышник // Труды ВНИРО. — 2023. — Т. 193. — С. 119—129.

Щербань С.А. Биохимические индикаторы пластического роста у представителей морских Bivalvia (Чёрное море) // Экосистемы. — 2018. — Вып. 14 (44). — С. 110—119.

УДК 591.524.12:591.342

СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В АКВАТОРИИ ПОРТА ТУАПСЕ И ЗА ЕГО ПРЕДЕЛАМИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2021 Г.

О. Н. Ясакова

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: yasak71@mail.ru

В последние десятилетия многие исследователи отмечают изменения, происходящие в структуре и функционировании морских планктонных сообществ в шельфовых водах Российской части Чёрного моря (Селифонова, 2016; Сафронова, Налетова, 2017). Зонами экологического напряжения, в первую очередь, являются акватории крупных морских портов, таких как порт Туапсе, грузооборот которого постоянно растёт. Поэтому целью данной работы было провести исследования фитопланктона в акватории порта Туапсе и за его пределами в июне 2021 г.

Материал и методы

Исследования проводили внутри акватории порта Туапсе (5 станций) и за его пределами, в открытой части Чёрного моря (1 станция). Пробы планктонных водорослей (объёмом 1,0—1,2 л) отбирали в светлое время суток с помощью батометра с борта судна. Для камеральной обработки проб применяли седиментационный метод. Пробы отстаивали в тёмном прохладном месте не менее 14 сут. Затем пробы концентрировали методом удаления верхнего слоя воды с помощью трубки-сифона с загнутым на 2 см вверх концом, затянутым кусочком мельничного сита № 77. Обработка велась в стационарных условиях под микроскопом ЛОМО «Микмед-2», при увеличении $\times 200$ и $\times 400$. Клетки замеряли при помощи окуляр-микрометра, минимальный размер учитываемых клеток — 3—5 мкм. Подсчёт численности осуществляли в камере Нажотта объёмом 0,05 и 0,1 мл. Расчёт биомассы проводился счётно-объёмным методом. Объём клеток вычисляли, приравнивая

их форму к соответствующей геометрической фигуре. Удельный вес водорослей принимался равным удельному весу воды (Кольцова, 1970; Кольцова, Лихачева, Федоров, 1979). Таксономическую принадлежность водорослей устанавливали по определителям: А.И. Прошкиной-Лавренко (1955), Т.В. Коноваловой (1998), И.А. Киселева (1950) и Identifying Marine Phytoplankton (1997).

Результаты и обсуждение

В акватории порта Туапсе и за его пределами в июне 2021 г. было обнаружено 37 видов планктонных водорослей и несколько не идентифицированных до вида таксономических форм, относящихся к 4 классам: Bacillariophyceae (диатомовые), Dinophyceae (динофлагелляты), Coccolithophyceae (кокколитофориды), Cryptophyceae (криптофитовые) (таблица). Максимальным видовым разнообразием отличались диатомовые водоросли (19 видов) и динофлагелляты (16 видов). Видовое разнообразие несколько уступало таксономическому составу (44 вида), отмеченному в районе исследований в июне 2020 г., однако превышало величины (15 видов), отмеченные в июне 2019 г. (Ясакова, 2020, 2026). Максимальное число видов было обнаружено в акватории порта (27 видов). Это обусловлено с одной стороны лучшей изученностью района (5 станций); с другой — повышенным содержанием в планктоне значительного количества бенто-пелагических видов диатомовых водорослей, поднятых в верхние слои моря со дна в следствие активной вертикальной конвекции вод. В открытой части моря обнаружено 24 вида фитопланктона, наиболее широко представлены были динофлагелляты.

Таксономический состав фитопланктона в районе Туапсе в июне 2021 г.

Классы и виды водорослей / район	Порт	Вне порта
BACILLARIOPHYCEAE:		
<i>Entomoneis paludosa</i> (W. SMITS) REIMER**	+	—
<i>Amphora hyalina</i> KÜTZING**	+	—
<i>Bacillaria paradoxa</i> J.F. GMELIN	+	+
<i>Cerataulina pelagica</i> (CLEVE) HENDEY	+	+
<i>Chaetoceros curvisetus</i> P.T. CLEVE	+	+
<i>Chaetoceros scabrosus</i> PROSCKINA-LAVRENKO	+	—
<i>Chaetoceros anastomosans</i> GRUNOW	+	—
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (BERGON) HASLE	+	+
<i>Grammatophora marina</i> (LYNGBYE) KÜTZING*	+	—
<i>Leptocylindrus danicus</i> CLEVE	+	+
<i>Leptocylindrus minimus</i> GRAN	+	—
<i>Licmophora ehrenbergii</i> (KÜTZING) GRUNOW	—	+
<i>Licmophora flabellata</i> (GREVILLE) C. AGARDH**	+	—
<i>Melosira</i> sp.	+	+
<i>Nitzschia tenuirostris</i> MER.	+	—
<i>Nitzschia</i> sp.	+	—
<i>Navicula</i> sp.	+	—
<i>Pleurosigma</i> sp.	—	+
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (HASLE) HASLE (complex)	+	+
<i>Proboscia alata</i> (BRIGHTWELL) SUNDSTRÖM	+	+
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (SCHULTZE) B.G. SUNDSTRÖM	+	+
<i>Skeletonema costatum</i> (GREVILLE) CLEVE	+	—
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (GRUNOW) MERESCHKOWSKY	—	+
<i>Synedra</i> sp.**	+	+
DINOPHYCEAE:		
<i>Ceratium furca</i> (EHRENBERG) CLAPARÈDE & LACHMANN	—	+
<i>Ceratium fusus</i> (EHRENBERG) DUJARDIN	+	+
<i>Ceratium tripos</i> (O.F. MÜLLER) NITZSCH	—	+
<i>Cochlodinium citron</i> KOFOID & SWEZY	+	—
<i>Prorocentrum lima</i> (EHRENBERG) F. STEIN	+	—
<i>Prorocentrum balticum</i> (LOHMANN) LOEBLICH III	—	+
<i>Mesoporos perforatus</i> (GRAN) LILICK	—	+
<i>Glenodinium</i> sp.	—	+
<i>Gyrodinium spirale</i> (BERGH) KOFOID & SWEZY	—	+
<i>Prorocentrum compressum</i> (J.W. BAILEY) T.H. ABÉ ex J.D. DODGE	+	+
<i>Prorocentrum cordatum</i> (OSTENFELD) J.D. DODGE	+	+
<i>Prorocentrum micans</i> EHRENBERG	+	+
<i>Protoperidinium conicum</i> (GRAN) BALECH	—	+
<i>Protoperidinium oblongum</i> (AURIVILLIUS) PARKE & DODGE	+	+
<i>Protoperidinium steinii</i> (JØRGENSEN) BALECH	+	+
<i>Scaphodinium mirabile</i> MARGALEF*	—	+
<i>Scrippsiella acuminata</i> (EHRENBERG) KRETSCHMANN	—	+
CRYPTOPHYCEAE:		
<i>Plagioselmis prolunga</i> BUTCHER ex G. NOVARINO, I.A.N. LUCAS & S. MORRALL	—	+
COCCOLITOPHYCEAE:		
<i>Emiliania huxleyi</i> (LOHMANN) W.W. HAY & H.P. MOHLER in W.W. HAY	+	+

Примечание — «+» — наличие вида, «—» — отсутствие вида, «*» — вид-вселенец, «**» — бенто-пелагический вид водорослей.

Количественное развитие. В период исследования в акватории порта Туапсе наблюдали низкий уровень развития фитопланктона (64 тыс. кл./л и 161 мг/м³). Значения численности были сопоставимы, а биомассы в 2 раза превышали величины, полученные в результате исследования планктонных фитоценозов в акватории порта в июне 2019 г. (59 тыс. кл./л и 81 мг/м³), когда мезосапробный вид эвгленовых *Eutreptia lanowii* формировал 94 % общей численности и 83 % биомассы сообщества (Ясакова, 2020). В открытом районе моря величины численности и биомассы (720 тыс. кл./л и 781 мг/м³) соответственно были в 11 и 5 раз выше, чем в порту.

В июне 2021 г. на всей исследуемой акватории доминировали диатомовые водоросли, составившие 56—75 % численности и 85—97 % биомассы фитопланктона. Повсеместно преобладала

Proboscia alata (40—56 % численности и 68—81 % биомассы). Надо отметить, что и в июне 2020 г. в исследуемой акватории моря также преобладала *Proboscia alata*, составившая 56—96 % численности и 83 % биомассы (Ясакова, 2026). В акватории порта интенсивное развитие получили планктонные диатомовые родов *Chaetoceros*, *Leptocylinthus*, *Cerataulina pelagica* и бенто-пелагические представители родов *Licmophora*, *Grammatophora*, *Amphora* и *Entomoneis*. Кокколитофорида (*Emiliania huxleyi*) формировали от 24 % общей численности фитопланктона в акватории порта до 32 % в открытом районе моря. За пределами порта повышалось значение криптофитовых водорослей *Plagioselmis prolunga* и динофлагеллят (*Prorocentrum compressum*, *P. cordatum* и *Scrippsiella acuminata*), в сумме составивших 13 % общей численности и 9 % биомассы фитопланктона.

Библиографический список

- Киселев И.А. Панцирные жгутиконосцы (Dinoflagellata) морей и пресных вод СССР. — М.; Л.: Изд-во АР СССР, 1950. — 280 с.
- Кольцова Т.Н. Определение объёма и поверхности клеток фитопланктона // Биологические науки. — 1970. — № 6. — С. 114—119.
- Кольцова Т.Н., Лихачева Н.Е., Федоров В.Д. О количественной обработке проб фитопланктона // Биологические науки. — 1979. — № 6. — С. 96—100.
- Коновалова Т.В. Динофлагелляты Дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана. — Владивосток: Дальнаука, 1998. — 299 с.
- Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. — 223 с.
- Сафронова Л.М., Налетова Л.Ю. Фитопланктон прибрежной зоны северо-восточной части Чёрного моря // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. — Керчь: ЮгНИРО, 2017. — С. 120—123.
- Селифонова Ж.П. Структурно-функциональная организация экосистем заливов и бухт Чёрного и Азовского морей (Российский сектор): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Мурманск, 2016. — 52 с.
- Ясакова О.Н. Результаты исследований планктонных водорослей на акватории порта Туапсе и за его пределами в летний период 2019 г. // Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана: сб. тез. II Всерос. науч.-практ. школы-конференции. — Севастополь: ФГБНУ «Институт природно-технических систем», 2020. — С. 298—300.
- Ясакова О.Н. Фитопланктон акватории порта Туапсе и за его пределами в летний период 2020 г. // Экология. Экономика. Информатика. Системный анализ и

моделирование экономических и экологических систем (САМЭС). — Ростов н/Д.: ЮНЦ РАН, 2026. В печати.

Identifying Marine Phytoplankton / Editor: Carmelo R. Tomas. — 1st Edition. — San Diego; New York; Boston; London; Sydney; Tokyo; Toronto: Academic Press, 1997. — 874 p.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Абрамова С.М. 27
Абрамчук А.В. 3, 12, 34, 41, 73, 94
Альмухаметова К.Р. 24
Андреева А.Ю. 58

Б

Бахметьева М.О. 4
Богачева Е.А. 58
Борисова С.Д. 38
Боровков А.Б. 58
Бузько В.Ю. 6, 9, 12
Бузько М.В. 6, 9, 12
Букарева О.В. 34
Бурлаченко И.В. 70
Бычкова Л.И. 70

В

Винокурова А.Н. 16

Г

Говоркова Л.К. 21, 24
Гордеева М.Э. 27, 30
Гриценко А.С. 34
Губаев Э.А. 38

Д

Данилова Е.А. 4
Джолдыкайрова В.Г. 30
Долгов Д.Д. 41

И

Иваненко А.М. 44

К

Козуб М.А. 16, 48, 65
Корниенко А.С. 79
Котов С.В. 79
Кузьменко К.Г. 54
Кулиш А.В. 79
Кухарева Т.А. 58

Л

Литвин А.Ю. 65

М

Макаров М.В. 61
Мирон А.Д. 44
Муратова К.Р. 24

О

Оспищева А.А. 65

П

Парфенов В.В. 58
Пашинова Н.Г. 89
Подольская М.С. 58
Полин А.А. 83
Путинцева Б.А. 30
Пыльнов В.А. 70

С

Савинов А.А. 73
Саенко Е.М. 79
Самойлова В.С. 83
Спиридов С.С. 86
Стуков А.В. 89
Сухно И.В. 12

Т

Теплякова А.В. 86
Терпугова Н.Ю. 70
Ткачук А.А. 58

Ш

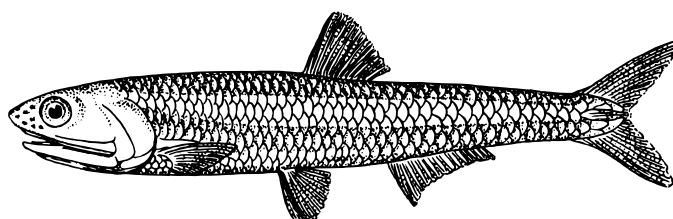
Шалито С.Н. 94
Ширина Ю.М. 86

Щ

Щербань С.А. 97

Ц

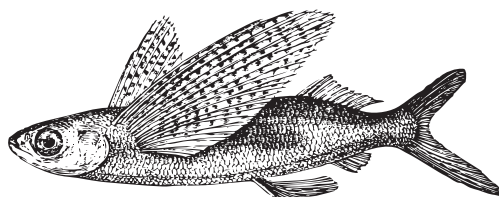
Ясакова О.Н. 101



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Бахметьева М.О., Данилова Е.А. Воспроизводство обыкновенного тайменя (<i>Hucho taimen</i> PALLAS, 1773) на реке Бахта Красноярского края	4
Бузько В.Ю., Бузько М.В. Ихтиофауна Анапских плавней: ретроспектива и современное состояние	6
Бузько В.Ю., Бузько М.В. Современное состояние ихтиофауны реки Псекупс	9
Бузько В.Ю., Бузько М.В., Абрамчук А.В., Сухно И.В. К вопросу современного состояния ихтиофауны реки Кубань на участке ниже плотины Краснодарского водохранилища	12
Винокурова А.Н., Козуб М.А. Биотестирование песка, подвергнувшегося загрязнению мазутом в результате крушения танкеров в Чёрном море в декабре 2024 года	16
Говоркова Л.К. Микробиологические показатели водной среды в установках замкнутого водооборота	21
Говоркова Л.К., Альмухаметова К.Р., Муратова К.Р. Микробиологический контроль качества циркуляционной воды в бассейнах с рыбами	24
Гордеева М.Э., Абрамова С.М. Исследование антиоксидантных свойств кормов для рыб	27
Гордеева М.Э., Джолдыкаирова В.Г., Путинцева Б.А. Исследование взаимосвязи между величиной суммарной антиоксидантной активности и концентрацией азотистых соединений в воде	30
Гриценко А.С., Букарева О.В., Абрамчук А.В. Экология средиземноморской мидии (<i>Mytilus galloprovincialis</i> LAM.) в условиях Каламитского залива Чёрного моря (Республика Крым)	34
Губаев Э.А., Борисова С.Д. Оценка состояния озера Глубокого города Казани по структуре макрофитов	38
Долгов Д.Д., Абрамчук А.В. Сравнительный анализ рыбных кормов в условиях установки замкнутого водоснабжения	41
Иваненко А.М., Мирон А.Д. Водные грибы и их экологические связи в экосистемах Мостовского района Краснодарского края	44
Козуб М.А. Подготовка квалифицированных кадров — основа цифровой трансформации аквакультуры	48
Кузьменко К.Г. Морфобиологическая дифференциация черноморской (<i>Alosa immaculata</i>) и азовской (<i>Alosa maeotica</i>) сельдей по комплексу пластических признаков	54
Кухарева Т.А., Ткачук А.А., Подольская М.С., Парфенов В.В., Боровков А.Б. Богачева, Е.А., Андреева А.Ю. Использование экстракта фикобилипротеинов из <i>Arthrospira platensis</i> в качестве стимулятора клеточного иммунитета гигантской устрицы — <i>Magallana gigas</i> (THUNBERG, 1793) (эксперименты <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i>)	58
Макаров М.В. Таксоцен Gastropoda в эпифитоне макрофитов вдоль азово-черноморского побережья Крыма	61
Оспищева А.А., Литвин А.Ю., Козуб М.А. Макрозообентос зарослевых сообществ урезовой зоны Новороссийской бухты	65
Пыльнов В.А., Бурлаченко И.В., Бычкова Л.И., Терпугова Н.Ю. Получение первичной культуры клеток от атлантического лосося	70
Савинов А.А., Абрамчук А.В. К паразитофауне и патологиям большого морского дракона (<i>Trachinus draco</i>) Чёрного моря	73

Саенко Е.М., Кулиш А.В., Котов С.В., Корниенко А.С. Определение коэффициентов уловистости орудий лова при вылове креветок в прибрежной части Азовского моря	79
Самойлова В.С., Полин А.А. Опыт получения ранней молоди длиннопалого рака (<i>Pontastacus leptodactylus</i> ESCHSCHOLTZ, 1823) в промышленных условиях	83
Спиридов С.С., Ширина Ю.М., Теплякова А.В. Влияние фитобиотиков на поведенческие реакции молоди тилляпии	86
Стуков А.В., Пашинова Н.Г. Морфобиологическая характеристика донского ерша — <i>Gymnocephalus acerinus</i> (Gmelin, 1774) Краснодарского водохранилища	89
Шалито С.Н., Абрамчук А.В. К вопросу изучения зоопланктонных организмов Краснодарского водохранилища	94
Щербань С.А. Морфо-структурные характеристики и биохимические параметры соматического роста трёх субпопуляций моллюска <i>Mytilaster lineatus</i> в условиях слабого нефтеуглеродного загрязнения (Азово-Черноморский бассейн)	97
Ясакова О.Н. Состояние фитопланктона в акватории порта Туапсе и за его пределами в летний период 2021 г.	101
Авторский указатель	105



Научное издание

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

Материалы VII Всероссийской
научно-практической конференции

Материалы печатаются в авторской редакции.

Подписано в печать 05.10.26. Выход в свет 08.10.26.

Печать цифровая. Формат 84×108^{1/16}.

Бумага тип. № 1. Гарнитура «Century Schoolbook». Уч.-изд. л. 8,23.

Тираж 500 экз. Заказ № 6614.

Кубанский государственный университет
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

Издательско-полиграфический центр КубГУ
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

