

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

VI ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

г. Краснодар, 30 мая 2025 г.



Краснодар
2025

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

Кафедра водных биоресурсов и аквакультуры

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

Материалы VI Всероссийской
научно-практической конференции

Краснодар, 30 мая 2025 г.

Краснодар
2025

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

Редакционная коллегия:

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

В 623 Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / ответственный редактор Г. А. Москул; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2025. — 149 с.: ил. — 500 экз.
ISBN 978-5-8209-2663-1

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 978-5-8209-2663-1

© Кубанский государственный университет, 2025



ПРЕДИСЛОВИЕ

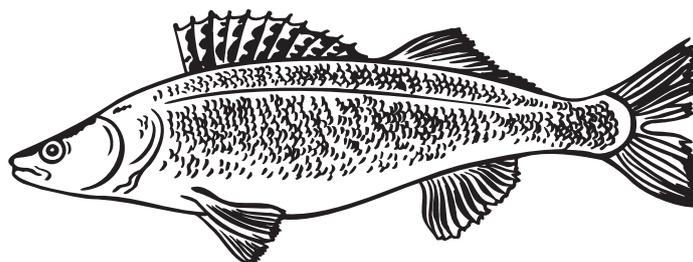
30 мая 2025 г. в Кубанском государственном университете состоялась VI Всероссийская научно-практическая конференция «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России». Этот год для нашего университета является своего рода юбилейным — *Alma mater* отмечает 105 лет со дня основания. Научное мероприятие традиционно привлекло внимание не только коллег из южных регионов, но и далеко за их пределами. Её участниками стали более шестидесяти специалистов рыбохозяйственной отрасли и смежных естественно-научных направлений из профильных организаций и учреждений сферы образования, науки и производства. География участников включает в себя пять субъектов России (Краснодарский край, Республика Крым, город федерального значения Севастополь, Республика Татарстан, Московская область) и Республику Узбекистан.

Представление научных докладов и очное обсуждение полученных результатов повышает исследовательский интерес и даёт возможность в дискуссионной форме коснуться актуальных вопросов в области биологии и экологии различных групп водных организмов пресноводных и морских экосистем, а также технологий и объектов аквакультуры. Тема экологии и мониторинга водных экосистем прибрежных акваторий Чёрного и Азовского морей приобрела особую значимость на фоне ситуации, связанной с затоплением нефтеналивных судов и ликвидации последствий разлива мазута вблизи Керченского пролива в декабре 2024 г.

В сборник материалов конференции вошли статьи как молодых исследователей, выполненных под руководством и непосредственном участии учёных и преподавателей-наставников, так и признанных специалистов, которые возглавляют научные коллективы, таким образом передавая свой опыт, формируют преемственность поколений в научной сфере.

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

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



УДК 639.3:597.552.512(470.23-25)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНОЙ ФОРЕЛИ
НА ООО «СХП “КУЗНЕЧНОЕ”» ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

А. В. Абрамчук, Е. А. Васянина

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

Объект исследования являлся Радужная форель (*Oncorhynchus mykiss irideus*). Радужная форель традиционная форма выращивания во всех странах мира. Данный объект в условиях исследования выращивается на неполносистемном холодноводном садковом хозяйстве ООО «СХП “Кузнечное”» в условиях залива Ладожского озера в Ленинградской области. Данный вид в основном выращивают во внутренних водоёмах в нашей стране и он также вносит свой вклад в 267 тыс. т (на 2022 г.) рыбной продукции, добываемой с внутренних водоёмов России (Состояние мирового рыболовства и аквакультуры ... , 2024). В том числе свой вклад вносит рыбоводная ферма ООО «СХП “Кузнечное”», которая ежегодно выращивает до 2 тыс. т продукции. Технология разведения в нашем случае начинается с выращивания малька массой 10 г, последующего подращивания сеголеток, двухлеток и т. д. до определённой массы тела на соответствующих рыбоводных участках с соблюдением всех необходимых условий. В Северо-Западном округе 98 % рыбной продукции — это атлантический лосось и форель. Вклад Ленинградской области составляет 13,9 тыс. т в 2023 г.,

а республики Карелия — 38,14 тыс. т (Коллегия ... , 2024).

Материал и методы

Материалом для написания работы послужили собранные данные по товарному выращиванию радужной форели в условиях неполносистемной рыбоводной фермы в акватории Ладожского озера в летний период 2024 г. Также были изучены архивные данные за 2022 и 2023 гг. по выращиванию рыбы, гидрохимия воды в период с августа 2022 г. по июль 2024 г. и данные по температурному режиму с мая по ноябрь за 2022—2024 гг. Гидрохимические пробы брали с 5 участков хозяйства. Были проанализированы температурные данные с 4 участков: «База», «Карантин», «Майорка» и «Стрела».

Результаты и обсуждение

Так как предприятие является неполносистемным, поэтому посадочный материал (малёк 10 г) необходимо закупать, объём закупок год от года варьируется от 600 тыс. до 1 млн мальков радужной форели и более, большинство из них триплоидной формы. За период с конца мая по начало августа в 2024 г. было завезено около 1 млн ООО «СХП

Таблица 1

Минимальная и максимальная температура воды (°C) на участке «Карантин», за период 2022—2024 гг.

Месяц	2022 г.		2023 г.		2024 г.	
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Май	2,0	10,0	2,5	10,0	3,0	9,6
Июнь	8,0	13,0	7,5	13,7	9,0	11,0
Июль	10,0	18,0	7,0	13,5	10,0	23,9
Август	11,0	21,0	10,0	19,0	17,0	23,0
Сентябрь	12,0	17,6	10,0	18,6	—	—
Октябрь	6,0	12,0	—	—	—	—
Ноябрь	3,0	6,0	—	—	—	—

Таблица 2

Минимальная и максимальная температура воды (°C) на участке «Стрела» за период 2022—2024 гг.

Месяц	2022 г.		2023 г.		2024 г.	
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Май	—	—	—	—	3,0	9,6
Июнь	—	—	8,0	13,0	6,0	11,0
Июль	—	—	7,0	14,0	9,5	23,0
Август	17,0	20,0	10,0	19,6	15,0	22,0
Сентябрь	11,0	18,0	10,0	18,7	—	—
Октябрь	6,0	11,0	7,0	12,0	—	—
Ноябрь	3,0	6,0	—	—	—	—

«Кузнечное» в последние годы приобретает малька на другом форелевом хозяйстве ООО «Каларанта».

Сначала рыба поступает на участок «Карантин» (табл. 1), где находится до достижения возраста годовика. Плотности посадки составляли по 16,5 или 17,0 *тыс.* мальков на 1 садок. Кормление в первые дни не осуществлялось, в последствии постепенно в течение недели дошло до полноценного кормления каждые 2 ч. На данном участке рыбу кормят 1,5, 2 и 3 фракцией итальянского корма «Veronesi» в зависимости от достижениями их определённой массы, которые указаны в специальных таблицах с нормативами (Рекомендации ... , 2016).

После достижения рыбой возраста годовика выращиваемой форели переводят на участок «Стрела» (табл. 2). Вес рыбы варьируется в пределах 300—500 г. Молодь содержат уже в круглых садках диаметром около 3 м. Плотность посадки составляет около 18 000 *ос.* на 1 садок. Кормление уже снижается до

2—3 раз в сутки. В 2024 г. на участке находилось 36 заполненных садков. На данном участке рыбу кормят 3 и 4 фракцией итальянского корма «Veronesi» в зависимости от достижениями их определённой массы.

В весенне-летний период рыба с участка «Стрела» (табл. 3) переносится на участок «Дальний» или же остаётся на прежнем месте, а с середины лета на участок «Майорка». В обоих местах рыба содержится в круглых садках диаметром около 3,5 м.

Плотности посадки на участке «Майорка», на котором размещены в 2024 г. 36 садков, плотность посадки около 14 000 *экз.* на 1 садок. Масса радужной форели от 900 г до 1,5 кг. На данном участке 6 фракцией, в редких случаях 4 и 8 фракцией, итальянского корма «Veronesi» в зависимости от достижениями их определённой массы.

Когда рыба близится к достижению товарной массы, её транспортируют на участок «База» (табл. 4). Масса рыбы от

Таблица 3

Минимальная и максимальная температура воды (°C) на участке «Майорка» за период 2022—2024 гг.

Месяц	2022 г.		2023 г.		2024 г.	
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Май	1,5	10,0	2,0	11,0	3,0	9,6
Июнь	8,0	17,0	8,0	13,0	8,0	12,0
Июль	9,0	18,0	7,0	13,5	10,0	23,0
Август	12,0	20,0	12,0	19,8	15,0	23,0
Сентябрь	11,0	17,0	10,0	18,7	—	—
Октябрь	—	—	6,0	12,0	—	—

Таблица 4

Минимальная и максимальная температура воды (°C) на участке «База» за период 2022—2024 гг.

Месяц	2022 г.		2023 г.		2024 г.	
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Май	2,0	10,0	2,5	10,0	3,0	9,6
Июнь	8,0	13,0	7,5	13,7	9,0	11,0
Июль	10,0	18,0	7,0	13,5	10,0	23,9
Август	11,0	21,0	10,0	19,0	17,0	23,0
Сентябрь	12,0	17,6	10,0	18,6	—	—
Октябрь	6,0	12,0	—	—	—	—
Ноябрь	3,0	6,0	—	—	—	—

1 300 г до 2,5 кг и даже более. Плотность посадки от 7 500 до 13 500 экз. на 1 садок в зависимости от их массы. На данном участке рыбу кормят 6 и 8 фракцией итальянского корма «Veronesi» в зависимости от достижениями их определённой массы.

По данным температурного режима за период 2022—2024 гг. наблюдается резкое колебание предельных температур в июле месяце, в остальных случаях колебания в пределах нормы. Колебание средних температур по годам были не существенны. В 2023 г. снизились показатели ряда влияющих факторов: количество солнечных дней и среднегодовая температура жаркого месяца. А в 2024 г. данные показатели резко повысились, что говорит о незначительных изменениях в климате. В том числе на изменения температуры воды может влиять её течение. Летом 2023 г., в отличие от лета 2022 г., происходило снижение среднемесячной температуры также возможно из-за увеличения сгонных ветровых течений, а летом 2024 г., по сравнению с летом 2023 г., могли наоборот участиться нагонные дрейфовые течения.

На 8 июля 2024 г. гидрохимический анализ воды (табл. 5) на участках «Карантин», «Стрела», «Майорка» и «База» выявил некоторые различия в определённых параметрах. На всех участках нейтральная среда, но на участке «Стрела» более близка к щелочной. При этом на участке «Стрела» почти нет нитратов, на остальных 3 участках уровень нитра-

тов немного завышен. Цветность воды около 70° цветности. Это достаточно высокий показатель. Но он объясняется наличием в воде гуминовых примесей. Общая жёсткость воды очень низкая 0,6° жёсткости, минимально желательна она должна составлять 8° жёсткости.

Уровень нитрат ионов постепенно растёт с каждым годом на всех участках. Если в 2022 и 2023 гг. он в среднем был не выше 2,1 мг/дм³ (норма до 1,0), а на некоторых участках вообще всего 0,5—1,5 мг/дм³, то в 2024 г. его значение поднялось до 2,8 и 2,7 мг/дм³ на участках «Карантин» и «Майорка». Не на участках уровень нитрат ионов в конце июня 2023 г. составлял 2,5 мг/дм³. Содержание нитрит ионов в эти года тоже немного выше нормы превышение в пределах 1 мг/дм³ в зависимости от года). Уровень SO₄ за 2023 г. понизился с 10 и 22,5 мг/л до 1—2,3 мг/л. Уровень хлорид ионов с 2022 г. понизился с 16,8 мг/л (норма до 5,0) до примерно 8 мг/л на участках, а в воде вне участков до 6,5 мг/л.

В период с 2022 по 2024 г. происходили сильные вспышки болезни рыб в летнее время. В основном это была бактериальная холодноводная болезнь (Ихтиопатология, 2003), характерная для лососёвых рыб, или как её ещё называют флавобактериоз, которая далее провоцирует появление микозов на теле рыб. Болезнь распространяется через воду по течению, первоисточник не определён. На основании полученных данных проводились лечебные мероприятия у

Таблица 5

Гидрохимические показатели воды на рыбоводных участках (июль 2024 г.)

Параметр	Участок			
	«Карантин»	«Стрела»	«Майорка»	«База»
Взвешенные вещества, мг/дм ³	1,5	1	1,2	1,4
<i>pH</i>	7,24	7,38	7,17	7,13
Общая жёсткость, °	0,67	0,65	0,66	0,66
Растворённый O ₂ , мг	10,5	11,7	10,7	10,5
Мутность, °	<1	1	1,11	2
Перманганат, мгО/дм ³	6,4	7,0	7,2	7,2
Бихромат, мгО/дм ³	25	23	27	28
Цветность	71	73	71	70
БПК ₅ , мгО/дм ³	11,3	10,7	12,9	13,1
Двуокись углерода, мг/дм ³	0,1	8,6	9,4	8,3
Нитраты, мг/дм ³	2,80	0,10	2,70	0,31
Нитриты, мг/дм ³	0,01	0,01	0,01	0,01
Фосфаты, мг/дм ³	0,025	0,025	0,025	0,025
Аммоний, мг/дм ³	0,20	0,19	0,19	0,28
Кальций, мг/дм ³	10,3	10,1	10,7	9,7
НСО ₃ , мг/дм ³	7,1	6,3	7,5	8,4
Алюминий, мг/дм ³	0,041	0,058	0,061	0,065
Железо, мг/дм ³	0,056	0,089	0,091	0,112
Марганец, мг/дм ³	0,0540	0,0086	0,0056	0,0140
Медь, мг/дм ³	0,0012	0,0014	0,0013	0,0012
Цинк, мг/дм ³	0,0010	0,0013	0,0010	0,0017

молоди форели против бактериального флавобактериоза, с применением антибиотика окситетрациклин. При проведении патологоанатомического вскрытия вместе с ихтиологом Николаем Михайловичем Аршаница в том числе было обнаружено жировое перерождение печени как у радужной форели в садках, так и у форели и других видов (плотвы, подлещика, окуня), обитающих в открытом водоёме. Было вскрыто около 50 экз. Печень была рыхлая и тёмная. Причиной может являться жирный или несбалансированный корм.

Форелевое хозяйство ООО «СХП «Кузнечное»» показывает хорошие массовые показатели по выращиванию радужной форели (табл. 6). При 2-летнем обороте рыба достигает массы около 1,5 кг и более при интенсивном кормлении высокобелковыми кормами («Veronesi») и соблюдением всех необходимых условий.

Несмотря на ухудшение биологических и экологических условий в послед-

ние годы, хозяйство старается постоянно поддерживать мощность предприятия около 2 тыс. т. Вес годовиков радужной форели варьируется в пределах 300—500 г, а двухгодовиков — от 900 г до 1,5 кг. Рыбопродуктивность годовиков радужной форели составила 243,75 кг/м², а двухгодовиков — 911,5 кг/м². Плотности посадки: участок «Карантин» — 16 000—17 000 экз./садок, участок «Стрела» — 18 000 экз./садок, участок «Майорка» — 14 000 экз./садок, участок «База» — 7 500—13 000 экз./садок. Отход в зависимости от участка и возраста рыбы варьируется от 20 до 25 % в последние года, что выше нормы, из-за крупных вспышек болезни. В основном это была бактериальная холодноводная болезнь или как её ещё называют флавобактериоз, которая далее провоцирует появление микозов на теле рыб, в том числе было обнаружено жировое перерождение печени как у радужной форели в садках, так и у форели и других видов, обитающих в открытом водоёме.

Таблица 6

Основные рыбоводные показатели предприятия ООО «СХП «Кузнечное»

Параметр	Участок			
	«Карантин»	«Стрела»	«Майорка»	«База»
Масса, г (начальная)	10	300—350	900—1 300	1 300—1 500
Масса, г (конечная)	300—350	900—1 300	1 300—1 500	> 2 000
Плотность посадки (экз./садок)	16 000—17 000	18 000	14 000	7 500—13 500
Отход, %	25	25	20	—
Кормовой коэффициент	1,2	1,2	1,2	1,2
Нормы кормления	Каждые 2 ч	2 раза в сутки	2 раза в сутки	2 раза в сутки
Возрастные группы	Годовики («Карантин»)		Двухгодовики («Майорка»)	
Рыбопродуктивность (на 1 м ²)	1) 750 000 шт.— годовики 12,5 м ² — площадь садка 0,325 кг — средний вес 1 рыбы 80 шт. — количество садков 2) $\Pi = (750\ 000 \times 0,325) / (80 \times 12,5) = 243,75\ \text{кг/м}^2$		1) 450 000 шт. — двухгодовики 19,2 м ² — площадь садка 1,4 кг — средний вес 1 рыбы 36 шт. — количество садков 2) $\Pi = (450\ 000 \times 1,4) / (36 \times 19,2) = 911,5\ \text{кг/м}^2$	

Библиографический список

Власов В.А., Привезенцев Ю.А. Рыбоводство. — М.: Мир, 2004. — 456 с.

Ихтиопатология / Н.А. Головина [и др.]; под ред. Н.А. Головиной, О.Н. Бауер. — М.: Мир, 2003. — 448 с.

Коллегия. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2023 году и задачи на 2024 год: материалы к заседанию. — М.: [Б. и.], 2024. — 122 с.

Рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в рыбоводных промышленных комплексах (с временными нормативами) / Н.В. Барулин [и др.]. — Горки: БГСХА, 2016. — 180 с.

Состояние мирового рыболовства и аквакультуры — 2024. «Голубая трансформация» в действии. — Рим: ФАО, 2024. — 264 с.

УДК 597.551.2(470.620)

**МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЧАКА
ОБЫКНОВЕННОГО *RHODEUS SERICEUS AMARUS* (ВЛОСН, 1782)
И ЕГО РОЛЬ В ЭКОСИСТЕМЕ БАСЕЙНА РЕКИ КУБАНЬ
(НА ПРИМЕРЕ АЗОВСКИХ ЛИМАНОВ)**

В. И. Лежепеков, А. В. Абрамчук

Кубанской государственной университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: apilab@yandex.ru

Горчак (*Rhodeus sericeus amarus* (ВЛОСН, 1782)) — инвазионный вид для бассейна Кубани, впервые был обнаружен в бассейне Кубани В.Г. Позняком в 1999 г. (Кожара, Позняк, 2003). Распространён в Европе от Сены (Франция) до Невы и Волги, известен также в водоёмах бассейна Чёрного моря и западной части Каспийского моря. Данный вид является сорным, входит в кормовую базу хищных промысловых видов (щука, судак, сом и др.). Имеет ценность только для аквариумистики из-за своего окраса и неприхотливости к условиям содержания. Предпочитает слабое течение, или вовсе стоячую воду. По характеру питания относится к мирным рыбам, основу рациона составляют диатомовые водоросли, так же в рацион могут входить: личинки насекомых, мелкие рачки и другие не крупные представители зообентоса (Берг, 1949; Решетников, 2003; Москул, 2021).

Цель работы — изучить морфобиологическую характеристику обыкновенного горчака и оценить его роль в экосистеме водоёмов в экосистеме бассейна р. Кубань.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: изучить морфологические особенности обыкновенного горчака; оценить основные черты биологии горчака (размерно-возрастного и полового состава, темпы роста, особенности размножения и половой диморфизм); оценить роль горчака в экосистеме водоёмов бассейна низовьев р. Кубань.

Материал и методы

Ихтиологический материал для характеристики размерно-возрастной и

половой структуры популяции горчака отбирали в лим. Дончиков. Отбор материала осуществляли в весенний период при помощи сетных орудий лова.

Обработку материала проводили по стандартным методикам изложенным в трудах Н.И. Чугуновой (1959) и И.Ф. Правдина (1966).

Полученные данные были обработаны стандартными статистическими методами (Лакин, 1990).

Всего отобрано и обработано 40 ос.

Морфологическая характеристика горчака

Морфологическая характеристика обыкновенного горчака представлена в табл. 1.

Исследование 40 ос. горчака выявило значительную вариабельность морфометрических и пластических признаков. Средняя масса тела составила $2,16 \pm 0,09$ г при колебаниях от 1,18 до 3,3 г ($Cv = 26,63$ %). Длина тела варьировала от 4,5 до 6,5 см ($L = 5,53 \pm 0,08$ см), при этом меристические признаки (лучи в плавниках *D* и *A*) оказались строго фиксированными (12 и 11 соответственно).

Половой диморфизм выражен: самцы крупнее, тяжелее ($2,23 \pm 0,11$ г) самок ($1,97 \pm 0,09$ г) и имеют более развитые плавники (высота *D* $0,58 \pm 0,01$ см у самцов, $0,47 \pm 0,02$ см — у самок). У самок отмечена меньшая изменчивость длины тела ($Cv = 2,52$ %) по сравнению с самцами ($Cv = 10,21$ %).

Наибольшая вариабельность наблюдалась в массе тела, длине хвостового стебля ($Cv = 21,48$ %) и наименьшей высоте тела ($Cv = 20,52$ %), что может от-

Таблица 1

Морфологическая характеристика обыкновенного горчака

Признак	Min—max	$M \pm m$	σ	$Cv, \%$
Морфобиологические признаки горчака ($n = 40$)				
Масса рыбы, g	1,18—3,3	$2,16 \pm 0,09$	0,57	26,63
Длина всей рыбы (ab или L)	4,5—6,5	$5,53 \pm 0,08$	0,53	9,62
Длина рыбы по Смитту (ac)	4—6,1	$5,02 \pm 0,08$	0,53	10,66
Длина рыбы без C (ad или l)	3,7—5,9	$4,68 \pm 0,08$	0,56	11,99
Длина туловища (od)	2,7—4,8	$3,68 \pm 0,08$	0,52	14,24
Меристические признаки				
Чешуй в боковой линии ($l.l.$)	5,0—6,0	$5,45 \pm 0,07$	0,5	9,24
Чешуй над боковой линией	6,0—7,0	$6,72 \pm 0,07$	0,45	6,72
Чешуй под боковой линией	4,0—5,0	$4,77 \pm 0,06$	0,42	8,85
Лучей в D	12,0—12,0	$12,0 \pm 0,0$	0,0	0,0
Лучей в A	11,0—11,0	$11,0 \pm 0,0$	0,0	0,0
Пластические признаки				
Длина рыла (an)	0,2—0,3	$0,24 \pm 0,007$	0,04	20,67
Диаметр глаза (горизонтальный) (np)	0,3—0,4	$0,33 \pm 0,007$	0,04	14,41
Заглазничный отдел головы (po)	0,4—0,6	$0,5 \pm 0,01$	0,09	17,9
Длина головы (ao)	0,8—1,1	$0,99 \pm 0,01$	0,09	9,08
Высота головы у затылка (lm)	0,7—1,0	$0,83 \pm 0,01$	0,09	11,37
Ширина лба	0,4—0,6	$0,5 \pm 0,01$	0,06	13,12
Наибольшая высота тела (gh)	1,2—2,2	$1,72 \pm 0,05$	0,32	19,13
Наименьшая высота тела (ik)	0,4—0,7	$0,5 \pm 0,01$	0,1	20,52
Антедорсальное расстояние (aq)	2,0—2,7	$2,38 \pm 0,02$	0,17	7,35
Постдорсальное расстояние (rd)	1,0—1,7	$1,37 \pm 0,03$	0,2	15,11
Длина хвостового стебля (fd)	0,8—1,8	$1,36 \pm 0,04$	0,29	21,48
Длина основания D (qs)	0,7—1,2	$0,97 \pm 0,02$	0,17	17,56
Наибольшая высота D (tu)	0,4—0,7	$0,55 \pm 0,01$	0,09	17,86
Длина основания A (yy_1)	0,6—0,9	$0,74 \pm 0,01$	0,09	12,16
Наибольшая высота A (ej)	0,4—0,6	$0,49 \pm 0,008$	0,05	10,66
Длина P (vx)	0,8—1,0	$0,87 \pm 0,01$	0,09	11,2
Длина V (zz_1)	0,5—0,7	$0,57 \pm 0,01$	0,09	17,05
Расстояние между P и V (vz)	1,2—1,5	$1,41 \pm 0,01$	0,09	6,89
Расстояние между V и A (zy)	0,6—1,0	$0,77 \pm 0,02$	0,15	19,66

Морфобиологические признаки самцов и самок

Признак	Самцы ($n = 30$)				Самки ($n = 10$)			
	Min—max	$M \pm m$	σ	$Cv, \%$	Min—max	$M \pm m$	σ	$Cv, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масса рыбы, g	1,18—3,3	$2,23 \pm 0,11$	0,63	28,39	1,5—2,4	$1,97 \pm 0,09$	0,31	15,84
Длина всей рыбы (ab или L)	4,5—6,5	$5,63 \pm 0,10$	0,57	10,21	5—5,4	$5,22 \pm 0,04$	0,13	2,52
Длина рыбы по Смитту (ac)	4,0—6,1	$5,12 \pm 0,10$	0,58	11,42	4,4—5,0	$4,75 \pm 0,05$	0,18	3,87
Длина рыбы без C (ad или l)	3,7—5,9	$4,77 \pm 0,11$	0,61	12,97	4,1—4,7	$4,43 \pm 0,06$	0,19	4,39
Длина туловища (od)	2,7—4,8	$3,74 \pm 0,10$	0,58	15,69	3,2—3,7	$3,5 \pm 0,05$	0,18	5,21
Меристические признаки								
Чешуй в боковой линии ($l.l.$)	5,0—6,0	$5,5 \pm 0,09$	0,5	9,24	5,0—6,0	$5,3 \pm 0,15$	0,48	9,11

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чешуй над боковой линией	6,0—7,0	6,9 ± 0,05	0,3	4,42	6,0—7,0	6,2 ± 0,13	0,42	6,8
Чешуй под боковой линией	4,0—5,0	4,86 ± 0,06	0,3	7,1	4,0—5,0	4,5 ± 0,16	0,52	11,71
Лучей в <i>D</i>	12,0—12,0	12 ± 0,0	0,0	0,0	12,0—12,0	12,0 ± 0,0	0,0	0,0
Лучей в <i>A</i>	11,0—11,0	11 ± 0,0	0,0	0,0	11,0—11,0	11,0 ± 0,0	0,0	0,0
Пластические признаки								
Длина рыла (<i>an</i>)	0,2—0,3	0,25 ± 0,009	0,05	20,02	0,2—0,2	0,2 ± 0,0	0,0	0,0
Диаметр глаза (горизонтальный) (<i>np</i>)	0,3—0,4	0,34 ± 0,009	0,05	14,63	0,3—0,3	0,3 ± 0,0	0,0	0,0
Заглазничный отдел головы (<i>po</i>)	0,4—0,6	0,52 ± 0,01	0,08	16,48	0,4—0,6	0,44 ± 0,02	0,06	15,89
Длина головы (<i>ao</i>)	0,8—1,1	1,01 ± 0,01	0,09	8,97	0,9—1,0	0,93 ± 0,01	0,04	5,19
Высота головы у затылка (<i>lm</i>)	0,7—1,0	0,87 ± 0,01	0,08	9,61	0,7—0,8	0,74 ± 0,01	0,05	6,97
Ширина лба	0,4—0,6	0,51 ± 0,01	0,06	12,53	0,4—0,5	0,46 ± 0,01	0,05	11,22
Наибольшая высота тела (<i>gh</i>)	1,2—2,2	1,78 ± 0,06	0,35	20,08	1,4—1,6	1,54 ± 0,03	0,09	6,27
Наименьшая высота тела (<i>ik</i>)	0,4—0,7	0,54 ± 0,01	0,09	17,93	0,4—0,4	0,4 ± 0,0	0,0	0,0
Антедорсальное расстояние (<i>aq</i>)	2,0—2,7	2,41 ± 0,03	0,18	7,76	2,2—2,4	2,3 ± 0,02	0,09	4,09
Постдорсальное расстояние (<i>rd</i>)	1,0—1,7	1,4 ± 0,03	0,21	15,15	1,0—1,5	1,29 ± 0,05	0,17	13,4
Длина хвостового стебля (<i>fd</i>)	0,8—1,8	1,36 ± 0,05	0,31	23,31	1,1—1,6	1,38 ± 0,06	0,22	15,94
Длина основания <i>D</i> (<i>qs</i>)	0,7—1,2	1,02 ± 0,03	0,16	16,56	0,7—1,0	0,85 ± 0,03	0,1	12,7
Наибольшая высота <i>D</i> (<i>tu</i>)	0,4—0,6	0,58 ± 0,01	0,09	15,64	0,4—0,6	0,47 ± 0,02	0,06	14,36
Длина основания <i>A</i> (<i>uy</i>)	0,6—0,9	0,76 ± 0,01	0,08	11,01	0,6—0,7	0,66 ± 0,01	0,5	7,82
Наибольшая высота <i>A</i> (<i>ej</i>)	0,4—0,6	0,51 ± 0,008	0,04	9,42	0,4—0,5	0,46 ± 0,01	0,05	11,22
Длина <i>P</i> (<i>vx</i>)	0,8—1,0	0,9 ± 0,01	0,1	11,3	0,8—0,8	0,8 ± 0,0	0,0	0,0
Длина <i>V</i> (<i>zz</i>)	0,5—0,7	0,6 ± 0,01	0,1	16,95	0,5—0,5	0,5 ± 0,0	0,0	0,0
Расстояние между <i>P</i> и <i>V</i> (<i>vz</i>)	1,2—1,5	1,43 ± 0,01	0,08	5,91	1,2—1,5	1,35 ± 0,03	0,1	8,0
Расстояние между <i>V</i> и <i>A</i> (<i>zy</i>)	0,6—1,0	0,77 ± 0,03	0,17	22,34	0,7—0,8	0,76 ± 0,01	0,05	6,79

ражать адаптацию к условиям обитания. Пластические признаки (длина рыла, высота плавников) также демонстриро-

вали высокую изменчивость ($Cv > 15\%$), что подчёркивает их значимость для внутривидовой дифференциации.

*Биологическая характеристика
обыкновенного горчака*

Темпы линейного и весового роста горчака представлены в табл. 2.

Анализ табл. 2 показал, что на первом году жизни горчак набирает массу 1,19 г, когда длина тела составляет 4,5 см, ко второму году жизни показатели масса—длина достигают 1,8 г и 5,2 см, а к трёхлетнему возрасту средняя масса достигает 2,58 г при средней длине тела 5,93 см. Следовательно, средний прирост массы составляет 47,25 %, а длины — 15,7 %.

Внешний вид горчака представлен на рисунке.



Внешний вид обыкновенного горчака

Половозрелости горчаки достигают обычно в возрасте 2—3 лет при длине тела 3,5—4,0 см, когда масса тела составляет 1,5—1,8 г.

В период размножения самцы обретают брачный наряд, плавники обретают красный оттенок, цвет чешуи становится более ярким, у самок отращивает яйцеклад, который, обычно, серого оттенка, но часто встречаются особи с красным и оранжевым яйцекладами (см. рисунок).

Нерест происходит в период апрель—май, икру откладывают порционно, по 5 икринок в мантийную полость двустворчатых моллюсков. Плодовитость, по литературным данным, 220—430 икринок. В одном моллюске может находиться икра нескольких самок (Берг, 1949; Решетников, 2003; Москул, 2021).

В данной популяции горчака преобладают самцы, половая структура горчака представлена в табл. 3.

Как видно из табл. 3, во всех возрастных группах преобладают самцы, их доля по отношению к самкам составляет 0,75, из этого следует, что на одну самку приходится 3 самца. Благодаря такому соотношению полов генетический фонд у этой популяции достаточно разнообразен, так же самцы, из-за своего окраса, играют роль приманки и отвлекают на себя внимание хищников от самок.

Таблица 2

Темпы линейного и весового роста обыкновенного горчака

Линейный рост					
Возраст	$L, \text{ см}$ $M \pm m$	$Min-max$	$N, \text{ экз.}$	Прирост	
				см	$\%$
1	$4,5 \pm 0,0$	4,5—4,5	2	0,7	15,5
2	$5,2 \pm 0,05$	5,0—5,8	17	0,83	15,9
3	$5,93 \pm 0,08$	5,2—6,5	21	—	—
Весовой рост					
Возраст	$M, \text{ г}$ $M \pm m$	$Min-max$	$N, \text{ экз.}$	Прирост	
				г	$\%$
1	$1,19 \pm 0,01$	1,18—1,2	2	0,61	51,2
2	$1,8 \pm 0,08$	1,36—2,4	17	0,78	43,3
3	$2,58 \pm 0,09$	1,9—3,3	21	—	—

Половая структура обыкновенного горчака по возрасту

Возраст	Численность в популяции, %	Кол-во самок, экз.	Кол-во самцов, экз.	Численность в группе, %		Соотношение полов в целом
				Самок	Самцов	
1	5,0	0	2	0	100	♀ : ♂ 0,25 : 0,75
2	42,5	8	9	47	53	
3	52,5	2	19	9,5	90,5	

Вывод

Таким образом, в водоёмах низовьев Кубани, обыкновенный горчак не несёт промысловой ценности, только входит в кормовую базу хищников. Является декоративным объектом аквариумистики. Может составлять кормовую конкуренцию для мальков промысловых видов мирных рыб. Учитывая образ жизни и размеры горчака, так же наличие естественных хищников, которые регулируют его численность, он не может составлять опасность для местной ихтиофауны.

Проведённое исследование морфобиологических показателей обыкновенного горчака (*Rhodeus sericeus amarus*) выявило значительную изменчивость пластических и меристических признаков, особенно в массе тела ($Cv = 26,63\%$) и длине хвостового стебля ($Cv = 21,48\%$). Установлен выраженный половой диморфизм: самцы крупнее ($2,23 \pm 0,11$ г) и обладают более развитыми плавниками, чем самки ($1,97 \pm 0,09$ г), что, вероятно, связано с их репродуктивной ролью. Ли-

нейный и весовой рост имеют возрастную динамику: к трёхлетнему возрасту особи достигают в среднем $5,93 \pm 0,08$ см и $2,58 \pm 0,09$ г, с наибольшим приростом массы на первом году жизни (51,2 %).

Условия Азовских лиманов хорошо подходят для жизнедеятельности горчака, чему свидетельствуют хорошие показатели линейного и массового роста. Это обусловлено богатой кормовой базой, и температурному режиму. Также большое количество двустворчатых моллюсков обеспечивает хорошие условия для нереста.

В данной популяции горчака преобладают самцы, что обеспечивает хороший генетический фонд, также в этой популяции преобладают трёхлетки. Мальков обнаружено не было, так как отлов производился в сезон нереста.

Все особи горчака в выборке были половозрелыми, что свидетельствует хорошими условиями азовских лиманов, так как в годовалом возрасте самцы достигают половой зрелости при хороших условиях и обилии корма.

Библиографический список

- Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю.С. Решетникова. — М.: Наука. — 2003. — Т. 2. — 378 с.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран: в 3 ч. — 4-е изд., испр. и доп. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — Ч. 2. — С. 468—925.
- Кожара А.В., Позняк В.Г. Горчак *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch) (Pisces, Cyprinidae) в бассейне реки Кубани // Инвазии чужеродных видов в Голарктике: материалы российско-американского симпозиума по инвазийным видам / под ред. Д.С. Павлова [и др.]. — Борок: Ин-т биологии внутр. вод, 2003. — С. 96—97.
- 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. Рыбы водоёмов бассейна Кубани: определитель. — 2-е изд., испр. и доп. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021. — 312 с.

Плотников Г.К. Рыбы водоёмов Кубани. — Краснодар: Кубанское кн. изд-во, 2009. — 64 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 пром-ть, 1966. — 376 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии / отв. ред.: акад. Е.Н. Павловский, д-р биол. наук, проф. П.А. Моисеев. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

УДК 597.551.2(470.620)

СРАВНЕНИЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГАМБУЗИИ (*GAMBUSIA HOLBROOKI* (GIRARD, 1859)) РАЗЛИЧНЫХ ВОДОЁМОВ Г. КРАСНОДАРАА. А. Савинов¹, М. Морита², А. В. Абрамчук¹¹Кубанской государственной университет, г. Краснодар, Россия²МУ ДО «Малая академия», г. Краснодар, Россия

E-mail: a.savinov01@gmail.com

Объект изучения — хольбрукская гамбузия [*Gambusia holbrooki* (GIRARD, 1859)], обитающая в оз. Старая Кубань и оз. Карасун (пересечение улиц Ставропольская и Селезнёва) г. Краснодара. Цель работы — изучить морфофизиологические показатели гамбузий из указанных водоёмов и сравнить полученные показатели между собой. Актуальность работы состоит в выявлении закономерностей во влиянии экологических условий на гидробионтов.

Хольбрукская гамбузия — небольшая рыба родом из Северной Америки. У взрослых рыб ярко выражен половой диморфизм: самки крупнее самцов, могут достигать длины до 8 см, самцы — до 4 см. Самцы имеют совокупительный орган — гоноподий. С помощью гоноподия сперма самца заносится внутрь тела самки, где может сохраняться длительное время и оплодотворять несколько порций икры. Половой зрелости рыбы достигают в возрасте 1—2 месяца. Продолжительность внутриутробного развития длится от 20 до 40 дней. Живородящая рыба. В один помёт рождается 5—247 мальков. В благоприятных условиях с весны за тёплый сезон производит до 7 помётов. Осенью с понижением температуры до 10 °С и ниже гамбузия закапывается в ил и уходит в спячку. Выносит температуру до 41,5 °С, солёность — до 20 ‰. Промыслового значения не имеет. Разводят для борьбы с личинками малярийного комара. Компонент питания хищных и других рыб. В Краснодарский край была завезена для борьбы с малярийным комаром (Абрамчук, Иваненко, 2018; Иванов, Егорова, Ершова, 2022; Козлов, 2024; Пашков, Полин, 2017).

Водоёмы для исследования выбирались таким образом, чтобы расстояние между водными объектами было минимально, а экологические условия при этом были разными. Расстояние между исследуемыми водоёмами 250 м. В оз. Карасун отсутствует проточность, было отмечено загрязнение воды нефтепродуктами с превышением ПДК более чем в 3 раза, а Краснодарская ТЭЦ сбрасывает в него свои ливневые нормативно очищенные воды (Балабан, Ткаченко, 2017). Также в озере отмечается высокая степень эвтрофикации. В оз. Старая Кубань присутствует проточность — гидрологические условия больше напоминают медленно текущую реку, а основное загрязнение — тепловое. В летние месяцы температура воды у водосброса Краснодарской ТЭЦ может достигать 43 °С, что на 12 °С выше, чем в холодном рукаве озера, используемого для водозабора (Павелко, Плотников, 2016).

Материал и методы

Ихтиологический материал (146 ос. из оз. Карасун и 101 ос. из оз. Старая Кубань) был отобран в октябре 2024 г. Вылов рыбы осуществлялся любительским орудием лова: подъёмник со сторонами 90 см и шагом ячеи 3,5 мм. Сбор и обработка материала проводились по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Пряхин, Шкицкий, 2008). Исследовались следующие биологические показатели рыб: полная длина, масса с внутренностями, половая структура, половые продукты. Полученные данные были обработаны стандартными статистическими методами (Лакин, 1990). Половую структуру популяций определяли

путём внешнего морфологического анализа рыб, а также с помощью вскрытия. Самкой считалась рыба длиной больше средней, не имеющая гоноподия, либо имевшая в полости тела икру или эмбрионов. Самцом считалась рыба, имевшая сформированный совокупительный орган — гоноподий. Если рыбу невозможно было достоверно считать самкой или самцом по описанным признакам, то рыба считалась неполовозрелой на ювенальной стадии, т. е. на той, на которой достоверное определение пола не представляется возможным.

Результаты и обсуждение

Исследование половой структуры популяций рыб важно для понимания и оценки репродуктивного потенциала этих популяций, а также для выявления отклонений от нормы в соотношении полов. У хольбрукской гамбузии соотношение полов при рождении близко к 1 к 1 (Geiser, 1924). При этом в популяциях в естественной среде обычно наблюдается либо соотношение 1 к 1, либо преимущество самок в численности, что связано с меньшей жизнестойкостью самцов гамбузии. Половая структура популяций гамбузии в исследуемых водоёмах представлена в табл. 1.

Таблица 1

Половая структура популяций гамбузии в исследуемых водоёмах

Группа	Количество особей в выборке			
	оз. Карасун		оз. Старая Кубань	
	экз.	%	экз.	%
<i>Juvenalis</i>	66	45,2	38	37,6
Самки	23	15,8	25	24,8
Самцы	57	39,0	38	37,6
Соотношение самок и самцов	♀ 1 : 2,5 ♂		♀ 1 : 1,5 ♂	

В оз. Карасун преобладают особи на ювенальной стадии — 45,2 %, самцов — 39,0 %, самок меньше всего — 15,8 %. Соотношение полов — на одну

самку приходится 2,5 самца. В оз. Старая Кубань ювенальных особей и самцов одинаковое количество — по 37,6 %, самок — 24,8 %. Соотношение полов — на одну самку приходится 1,5 самца. В оз. Карасун по сравнению с оз. Старая Кубань большая часть особей находится на ювенальной стадии, что может говорить как о высокой смертности среди зрелых особей, так и о низкой вероятности для рыбы дожить до зрелого возраста. Соотношение полов в обоих водоёмах не является типичным для гамбузии, так как наблюдается преимущество самцов в численности.

В ходе работы исследовалась плодовитость самок. В выборке из оз. Карасун было обнаружено 4 беременных самок, в выборке из оз. Старая Кубань — 7 беременных самок. В оз. Старая Кубань количество беременных самок больше на 43 %. Это может объясняться как лучшими экологическими условиями, так и тем, что сезон размножения в оз. Старая Кубань длится дольше из-за стабильно тёплой воды.

Средняя плодовитость самок в оз. Карасун составила 6 эмбрионов (рисунков). Средняя плодовитость самок в оз. Старая Кубань составила 8 эмбрионов. В оз. Старая Кубань плодовитость самок выше на 25 %, что может говорить о лучших экологических условиях в данном водоёме.



Икра и эмбрионы хольбрукской гамбузии

Низкая плодовитость и малое количество беременных самок могут объясняться временем сбора материала (ок-

Линейно-массовая структура популяций гамбузии из оз. Карасун и оз. Старая Кубань

Показатель	Оз. Карасун		Оз. Старая Кубань	
	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г
Min—max	1,60—3,90	0,04—0,52	1,60—4,00	0,03—0,67
Ср ± mх	2,45 ± 0,03	0,16 ± 0,01	2,82 ± 0,06	0,27 ± 0,02
Мода	2,40	0,10	3,40	0,14
Медиана	2,40	0,14	3,00	0,27

тябрь), когда рыбы уже могут готовиться к зимовке.

Линейно-массовая структура исследуемых популяций представлена в табл. 2. Как видно из табл. 2, гамбузии из оз. Старая Кубань крупнее гамбузий из оз. Карасун по всем показателям — их средняя длина больше на 13,1 %, а средняя масса больше на 40,7 %. Полученные результаты могут говорить о более благоприятных условиях для гамбузии в оз. Старая Кубань.

Коэффициент корреляции между длиной и массой гамбузии в оз. Карасун составляет 0,85, что является сильной статистической взаимосвязью (Биометрия в MS Excel, 2022). Коэффициент корреляции между длиной и массой гамбузии в оз. Старая Кубань составляет 0,92, что также является сильной статистической взаимосвязью. В обоих водоёмах у рыб наблюдается сильная корреляция между длиной и массой.

Упитанность особей в популяциях оценивалась по Фультону. Коэффициент упитанности у гамбузий из оз. Карасун составил 1,11, у гамбузий из оз. Старая Кубань — 1,20. Коэффициент упитанности у рыб в оз. Старая Кубань выше на 7,5 %.

Популяции из оз. Карасун и оз. Старая Кубань были сравнены между собой по длине и массе с помощью *t*-критерия Стьюдента. При сравнении длины *p*-уровень составил 8,3027E-08, при сравнении массы *p*-уровень составил 1,24958E-10. В обоих случаях *p*-уровень не превышает значение 0,05. И выборки, и популяции гамбузий из оз. Карасун и оз. Старая Кубань достоверно

различаются между собой по длине и массе.

Заключение

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы.

При сравнении с помощью *t*-критерия Стьюдента популяции гамбузии из оз. Карасун и оз. Старая Кубань достоверно различаются между собой по длине и массе. В обоих водоёмах между длиной и массой наблюдается сильная корреляция. Гамбузии из оз. Старая Кубань крупнее гамбузий из оз. Карасун по всем показателям — их средняя длина больше на 13,1 %, средняя масса больше на 40,7 %, упитанность больше на 7,5 %.

В оз. Карасун по сравнению с оз. Старая Кубань большая часть особей (45,2 %) находится на ювальной стадии, что может говорить как о высокой смертности среди зрелых особей, так и о низкой вероятности для рыбы дожить до зрелого возраста. Соотношение полов в обоих водоёмах не является типичным для гамбузии, так как наблюдается преимущество самцов в численности. В оз. Старая Кубань количество беременных самок больше на 43 %, а средняя плодовитость самок выше на 25 %.

Сделанные выводы позволяют утверждать, что экологические условия в оз. Старая Кубань более благоприятны для жизни гамбузии. Очевидно, что экологические условия в оз. Карасун оказывают негативное, подавляющее воздействие на биологические характеристики гамбузии.

Библиографический список

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

Балабан А.Т., Ткаченко Л.Н. Оценка экологического состояния прибрежно-водной экосистемы оз. Карасун г. Краснодара в зоне влияния предприятия Краснодарская ТЭЦ ООО «Лукойл-Кубаньэнерго» // Экология речных ландшафтов: материалы I-й Междунар. науч. экологич. конф. / отв. ред. Н.Н. Мамась. — Краснодар: Кубанский гос. аграр. ун-т им. И.Т. Трубилина, 2017. — С. 17—21.

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.

Иванов В.П., Егорова В.И., Ершова Т.С. Ихтиология. Основной курс: учеб. пособие для вузов. — 4-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2022. — 360 с.

Козлов В.И. Аквакультура на полифункциональных водоёмах: учеб. пособие для вузов. — СПб.: Лань, 2024. — 292 с.

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

Павелко К.Е., Плотников Г.К. Влияние тёплых сбросных вод Краснодарской ТЭЦ на зоопланктон озера Старая Кубань // Молодой учёный. — 2016. — № 7 (111). — С. 287—291.

Пашков А.Н., Полин А.А. Некоторые репродуктивные показатели самок хольбрукской гамбузии (*Gambusia holbrooki* GIRARD, 1859) в бассейне реки Кубань // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов. V Балтийский морской форум: тр. всерос. науч. конф. — Калининград: Калининградский гос. техн. ун-т, 2017. — С. 59—63.

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.

Пряхин Ю.В., Шкицкий В.А. Методы рыбохозяйственных исследований: учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. — 251 с.

Geiser S.W. Sex-Ratios and Spermatogenesis in the Top-Minnow, *Gambusia holbrooki* GRD. // Biological Bulletin. — 1924. — Vol. 47, № 3. — P. 175—212.

УДК УДК 597.556.331.5(470.620)

ЧЕРНОПОЛОСАЯ ЦИХЛАЗОМА (*AMATITLANIA NIGROFASCIATA* (GÜNTHER, 1867)) — НОВЫЙ ВИД В ИХТИОФАУНЕ ОЗЕРА СТАРАЯ КУБАНЬ Г. КРАСНОДАРАА. А. Савинов¹, Т. Р. Хагур², А. В. Абрамчук¹¹Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия²МУ ДО «Малая академия», г. Краснодар, Россия

E-mail: a.savinov01@gmail.com

Чернополосая цихлазома [*Amatitlania nigrofasciata* (GÜNTHER, 1867)] — рыба, коренным ареалом которой являются водоёмы Центральной Америки. Это эврибионтный вид, населяющий как небольшие речки, так и более крупные водоёмы, в том числе мелководья больших рек. Часто встречается на мягких грунтах, содержащих ил и детрит (Зворыкин, 2011). В оз. Старая Кубань, очевидно, выпущена аквариумистами, после чего прижилась и образовала популяцию. Рыба наблюдалась в уловах в 2023, 2024 и 2025 гг. по всей длине акватории тёплого рукава оз. Старая Кубань.

Озеро Старая Кубань имеет нехарактерный для других водоёмов региона термический режим, обусловленный сбросом в западную ветвь озера тёплых вод с Краснодарской ТЭЦ. В ноябре при температуре воздуха 2 °С температура воды в восточном холодном рукаве озера достигает 12 °С. В тёплой части водоёма в это же время температура воды у водосброса ТЭЦ достигает 25 °С (Зворыкин, Пашков, 2008). В летнее время температура воды в тёплом рукаве может достигать 43 °С. С апреля по май и в октябре температура воды держится на уровне 24—28 °С (Козуб, Кадомцева, 2024; Павелко, Плотников, 2016). Из-за термофикации вод оз. Старая Кубань характеризуется наиболее высоким на Северо-Западном Кавказе разнообразием трансконтинентальных видов-вселенцев. В озере натурализовались представители североамериканской, южноамериканской и африканской ихтиофауны: каналый сом, хольбрукская гамбузия, несколько видов тиляпий, восьмиполосая цихлазома. Ихтиоценоз в тёплой

ветви озера нарушен, что увеличивает вероятность интродукции новых видов (Пашков, Зворыкин, 2009). В описанных условиях существует вероятность натурализации чернополосой цихлазомы в оз. Старая Кубань.

Цель работы — дать морфологическую и экологическую характеристику объекту исследования. Актуальность работы обусловлена опасностью инвазии нового вида в оз. Старая Кубань и в р. Кубань.

Материалы и методы

Ихтиологический материал (10 ос.) был отобран в октябре 2023 г., октябре 2024 г. и мае 2025 г. в оз. Старая Кубань в точках с координатами 45.011113, 39.058053; 45.008689, 39.050807; 44.987891, 39.040361. Вылов рыбы осуществлялся любительским орудием лова: подъёмник со сторонами 90 см и шагом ячеи 3,5 мм. Сбор и обработка материала проводились по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Пряхин, Шкицкий, 2008). Исследовались следующие биологические показатели рыб: линейно-массовая характеристика, пластические и меристические признаки, возрастная и половая структуры, зрелость половых продуктов, физиологическое состояние, интенсивность питания. Полученные данные были обработаны стандартными статистическими методами (Лакин, 1990).

Результаты и обсуждение

Виду присущ ярко выраженный половой диморфизм. Взрослые самцы крупнее самок, могут иметь на лбу жировой вырост. Окраска у особей обоих полов

состоит из восьми вертикальных чёрных полос на теле и чёрного пятна на жаберной крышке. Окраска обычно имеет незначительную вариабельность. Чёрный рисунок обусловлен чёрно-коричневыми меланофорами. В отличие от самцов, половозрелые самки также имеют в пигментном рисунке расположенные преимущественно в вентральной части тела ксантофорные (жёлто-оранжевые) пятна, цвет которых обусловлен главным образом каротиноидами. Каротиноидная окраска у самок может варьировать в зависимости от окружающей среды и выполнять сигнальную функцию в меж- и внутривидовых взаимодействиях (Праздников, 2023). Интенсивность окраски и количество пигментных пятен зависит от количества тиреоидных гормонов щитовидной железы — прогормона тироксина и биологически активного трийодтиронина. Повышенный уровень тиреоидных гормонов (гипертиреозидизм) приводит к уменьшению

числа меланистических элементов и их трансформации в пятна и / или короткие полосы. Наряду с этим происходит увеличение ксантофорных / эритрофорных элементов рисунка. Дефицит тиреоидных гормонов (гипотиреозидизм), напротив, вызывает увеличение числа меланистических элементов взрослой окраски с формированием новых кольцевых и / или сетчатых структур. Вместе с тем редуцируются элементы рисунка, образованные другими типами хроматофоров, что в итоге приводит к отсутствию полового дихроматизма (Праздников, Шкиль, 2020).

Линейно-массовая структура в выборке была представлена особями от 4,3 до 9,3 см, массовая — от 1,52 до 19,00 г. Коэффициент корреляции между длиной и массой составил 0,96, что является сильной статистической взаимосвязью (Биометрия в MS Excel, 2022).

Морфометрические показатели рыб представлены в таблице.

Морфометрические показатели чернополосой цихлазомы

Признак	Min—max	Ср ± m	σ	Cv, %
1	2	3	4	5
Длина всей рыбы, мм	43—93	58 ± 5,8	16,5	29
Меристические признаки				
Чешуй в верхней боковой линии	16—21	19 ± 0,6	1,7	9
Чешуй в нижней боковой линии	7—8	8 ± 0,2	0,4	6
Колючих лучей в D	14—20	17 ± 0,7	2,1	12
Ветвистых лучей в D	6—10	8 ± 0,5	1,4	17
Колючих лучей в A	7—9	9 ± 0,3	0,7	9
Ветвистых лучей в A	6—8	7 ± 0,3	0,7	10
Колючих лучей в P	1—2	1 ± 0,2	0,5	38
Ветвистых лучей в P	8—12	10 ± 0,5	1,5	14
Колючих лучей в V	1—1	1 ± 0,0	0,0	0
Ветвистых лучей в V	5—6	5 ± 0,1	0,4	7
Тычинок на первой жаберной дуге	7—8	8 ± 0,2	0,5	6
Количество позвонков	24—30	28 ± 0,7	2,1	8
Пластические признаки (% от длины всей рыбы)				
Промысловая длина	74—83	79 ± 0,9	2,7	3
Длина головы	22—30	25 ± 0,9	2,5	10
Наибольшая высота тела	30—37	34 ± 0,7	2,0	6
Наименьшая высота тела	9—12	11 ± 0,4	1,0	9
Длина хвостового стебля	9—16	11 ± 0,8	2,4	21
Антедорсальное расстояние	29—36	32 ± 0,8	2,3	7
Постдорсальное расстояние	7—11	9 ± 0,6	1,8	19

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
Антевентральное расстояние	29—36	33 ± 0,8	2,4	7
Антеанальное расстояние	41—53	47 ± 1,5	4,4	9
Длина основания <i>D</i>	40—48	45 ± 1,0	2,9	7
Наибольшая высота <i>D</i>	7—12	10 ± 0,5	1,5	15
Самый длинный колючий луч <i>D</i>	5—16	11 ± 1,1	3,1	30
Самый длинный ветвистый луч <i>D</i>	17—25	20 ± 0,9	2,7	13
Длина основания <i>A</i>	21—28	25 ± 0,7	2,1	8
Наибольшая высота <i>A</i>	7—14	10 ± 0,7	2,1	21
Самый длинный колючий луч <i>A</i>	9—14	11 ± 0,7	1,9	17
Самый длинный ветвистый луч <i>A</i>	12—19	15 ± 0,8	2,4	16
Длина <i>P</i>	17—22	21 ± 0,6	1,6	8
Ширина основания <i>P</i>	4—7	5 ± 0,3	0,9	17
Длина <i>V</i>	16—20	18 ± 0,6	1,7	9
Расстояние между <i>P</i> и <i>A</i>	12—30	23 ± 1,9	5,3	23
Расстояние между <i>V</i> и <i>A</i>	12—23	17 ± 1,4	3,9	23
Пластические признаки (% от длины головы)				
Длина рыла	27—36	33 ± 1,2	3,3	10
Диаметр глаза	25—36	30 ± 1,4	3,9	13
Заглазничный отдел головы	32—47	40 ± 1,7	4,8	12
Высота головы у затылка	64—104	90 ± 4,6	13,0	14
Ширина лба	27—42	37 ± 1,8	5,2	14

Согласно Г.Ф. Лакину (1990), варьирование считается слабым при показателе коэффициента вариации до 10 %, средним — от 11 до 25 %, и сильным — от 26 %. Как видно из данных таблицы, коэффициенты вариации меристических и пластических признаков чернополосой цихлазомы находятся на слабом уровне (до 10 %) — 20 из 39 признаков, и среднем уровне (11—25 %) — 17 признаков. Высокой степенью варьирования характеризуются 2 показателя: число колючих лучей грудного плавника (*Cv* 38 %) и длина колючих лучей спинного плавника (*Cv* 30 %).

Для определения спектра питания было исследовано строение рта, жаберных тычинок, глоточных челюстей и ЖКТ.

Рот у рыб конечный, размер рта небольшой, имеются мелкие острые зубы.

Исследование жаберных дуг показало, что среднее количество жаберных тычинок на первой жаберной дуге невелико и составляет 8 шт. Тычинки редкие и низкие. Согласно литературным

источникам, такое строение жаберных тычинок характерно для хищных рыб (Анисимова, Лавровский, 1983).

Строение глоточного жевательного аппарата типичное для цихловых рыб. Глоточные челюсти состоят из крупной треугольной пластинки, расположенной на вентральной стороне глотки, и двух пластинок меньшего размера, расположенных на дорсальной стороне глотки. На пластинках находятся не слишком многочисленные конусообразные заострённые зубы. Обнаруживается взаимосвязь между рационом цихловых рыб и морфологией их глоточных челюстей (Burress, 2016). По этому признаку чернополосую цихлазому можно отнести к всеядным рыбам, и рыбам, питающимися беспозвоночными.

Исследование ЖКТ показало, что у рыб имеется желудок. Наличие желудка, согласно литературным источникам, характерно для хищных рыб. В слизистой желудка имеются железистые клетки, специфические для этого отдела пищеварительного тракта, выраба-

тывающие соляную кислоту и пепсин, расщепляющий белок в кислой среде. У хищных рыб в желудке переваривается основная часть пищи (Анисимова, Лавровский, 1983).

У рыб также исследовалась длина кишечника. Длина кишечника у исследованных рыб в среднем превышала длину их тела в 1,4 раза. Такой короткий кишечник свойственен хищным рыбам (Анисимова, Лавровский, 1983).

Резюмируя, можно заключить, что рыба имеет небольшой размер тела и слишком маленький рот, чтобы вести хищный, рыбацкий образ жизни, однако наличие зубов, строение жаберных тычинок и глоточных челюстей, наличие желудка и короткий кишечник указывают на то, что рыба ведёт плотоядный образ жизни и питается беспозвоночными бентосными и планктонными организмами небольшого размера. Наблюдения в аквариумных условиях показали, что рыбы также могут питаться водорослями и некоторыми водными растениями.

Анализ ожирения внутренностей показал, что в выборке присутствуют особи с ожирением от 0 до 5 баллов. Средняя степень ожирения особей составила 1,6 баллов.

Анализ степени наполнения ЖКТ показал, что степень наполнения варьирует от 2 до 4 баллов и в среднем составляет 2,6 балла.

Упитанность особей в выборке оценивалась по Фультону и по Кларк. По обоим показателям упитанность особей была близка к нулю — 0,005, что может говорить о слабой приспособленности вида к зимовке. Вероятно, для чернополосой цихлазомы не характерно накопление жира, что связано со стабильно тёплым климатом в её естественном ареале, а также с тем, что рыба может нереститься несколько раз в год, и большинство кормовых ресурсов идёт на постоянное развитие половых желёз.

Исследование половых продуктов самок показало, что особи находи-

лись на стадиях зрелости от II до IV, а индивидуальная плодовитость варьировала от 31 до 263 икринок у одной самки. Некоторые особи имели икру, находящуюся на разных стадиях зрелости, например II—III и III—IV. Средняя индивидуальная плодовитость самок составила $147 \pm 44,2$ икринок. Средняя относительная плодовитость составила $52 \pm 16,2$ икринки на 1 г массы тела. Средний ГСИ самок составил 6,96. Самки были зрелыми и имели икру при достижении длины 4,3 см и массы 1,52 г. Форма икры при набухании овальная. При корреляционном анализе было определено, что индивидуальная плодовитость самок сильнее всего коррелирует с их длиной — коэффициент корреляции составил 0,70.

Рыба достигает половой зрелости в течение полугода. Может нереститься несколько раз в год (Tetsuroh, Katsunori, 2010). В пределах своего естественного ареала в ручьях и озёрах чернополосая цихлазома зачастую нерестится 1 раз в полгода: 95 % самок откладывают икру 1 раз с ноября по май или с декабря по июнь при температуре 25,8—29,0 °С. Это связано как с выраженной и продолжительной заботой о потомстве, так и с ограниченностью кормовых ресурсов. Чем крупнее самка, тем больше вероятность, что она отнерестится больше 1 раза за сезон. Пик нереста в естественных условиях приходится на март-май (Wisenden, 1995). В аквариумных условиях показана прямая зависимость между обеспеченностью пищей и количеством икрометаний (Townshend, Wootton, 1984). Количество икры у самок также зависит от количества и качества пищи (Townshend, Wootton, 1985).

Рыбы образуют моногамные пары и совместно заботятся о своей икре, личинках и мальках в течение четырёх—шести недель. Родительская забота у данного вида имеет облигатный характер, и в природе без защиты родителей потомство быстро уничтожается хищниками. Икра откладывается в естественных

укрытиях, либо в искусственные пещерки, которые рыбы сами выкапывают под большими камнями. Выклев предличинки при 26 °С происходит через 3—3,5 дня после нереста, ещё через 3—3,5 дня рассасывается желточный мешок, плавники становятся более дифференцированными, предличинки становятся свободноплавающими личинками и переходят на внешнее питание. Молодь выходит из своей пещеры в дневное время и образует плотную стаю. Оба родителя охраняют молодь, агрессивно отгоняя потенциальных хищников (Wisenden, 1995; Зворыкин, 2011).

Одним из сравнительно редких компонентов родительской заботы чернополосой цихлазомы является обеспечение потомства кормом путём взмучивания донного субстрата. Родительская особь размещается непосредственно над донным субстратом, содержащим ил, детрит, зоо- и фитобентос, и производит серию энергичных колебательных движений грудными плавниками и всем телом, добываясь таким образом взмучивания субстрата и извлечения из него пищевых объектов для своего потомства (Зворыкин, 2011). Родители больше заботятся о потомстве, когда выводок большой и имеется обилие пищи, но когда еды мало, а выводок небольшой, родители могут уделять больше внимания собственному выживанию (Townshend, Wootton, 1985).

У рыбы имеется уникальный механизм заботы о чужом потомстве. В естественных условиях было показано, что 29 % семейных пар принимали чужих личинок при потере их родителей. Доля приёмной молоди может достигать 15 %. Однако, если приёмная молодь превосходит размерами собственных личинок семейной пары, родители её дискриминируют (Wisenden, 1993).

В тёплом рукаве оз. Старая Кубань чернополосая цихлазома, вероятно, будет нереститься с апреля по май и в октябре, когда температура воды достигает 24—28 °С.

Заключение

В результате проведённых исследований и анализа литературных источников были сделаны следующие выводы:

Чернополосой цихлазومه присущ ярко выраженный половой диморфизм. Самцы крупнее самок, могут иметь на лбу жировой вырост. Самки ярче окрашены. Окраска рыб зависит от количества тиреоидных гормонов. В период размножения образуют моногамные пары, ярко выражена забота о потомстве, которая включает постройку и защиту гнезда, охрану и кормление молоди до 6 недель. Органы пищеварения сформированы по хищному типу, но рыба всеядна. Основа рациона — беспозвоночные бентосные и планктонные организмы небольшого размера. При необходимости питается водорослями и растениями.

Коэффициент корреляции между длиной и массой составляет 0,96, что является сильной статистической взаимосвязью.

Коэффициенты упитанности по Фультону и Кларк близки к нулю (0,005), что может говорить об отсутствии у рыбы механизмов жиронакопления, плохой приспособленности к зимовке и использовании всех питательных ресурсов на круглогодичное развитие половых желёз.

Средняя степень ожирения составила 1,6 балла, средняя степень наполнения ЖКТ составила 2,6 балла.

Коэффициенты вариации меристических и пластических признаков находятся на слабом и среднем уровне варьирования (до 25 %). Высокой степенью варьирования характеризуются 2 показателя: число колючих лучей грудного плавника (Cv 38 %) и длина колючих лучей спинного плавника (Cv 30 %).

Средняя индивидуальная плодовитость самок составила $147 \pm 44,2$ икринок. Средняя относительная плодовитость — $52 \pm 16,2$ икринок на 1 г массы тела. Средний ГСИ — 6,96. Самки имеют икру при достижении длины 4,3 см и массы 1,52 г. Зрелость наступает в

течение полугода. Индивидуальная плодовитость самок сильнее всего коррелирует с их длиной — коэффициент корреляции составил 0,70.

Экологическая ниша оценивалась с точки зрения трофического и топического положения. С топической точки зрения чернополосая цихлазома — обитатель прибрежных биотопов с мягкими грунтами, укрытиями и обильной прибрежной растительностью. Может обитать как в стоячих, так и в слабопроточных водоёмах. С трофической

точки зрения — всеядная рыба, предпочитающая мелкий беспозвоночный зообентос и зоопланктон. Конкуренцию чернополосой цихлазومه в описанных условиях составляет молодь других рыб, хольбрукская гамбузия, канальный сом, тилапии. Небольшие размеры и относительно небольшая плодовитость чернополосой цихлазомы компенсируются возможностью использовать разнообразные укрытия для избегания хищников, а также сильной заботой о потомстве.

Библиографический список

Анисимова И.М., Лавровский В.В. Ихтиология: учеб. пособие. — М.: Высшая школа, 1983. — 255 с.

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.

Зворыкин Д.Д. Влияние присутствия хищника на родительское поведение чернополосой цихлазомы *Amatitlania nigrofasciata* (Perciformes, Cichlidae) // Вопросы ихтиологии. — 2011. — Т. 51, № 1. — С. 124—129.

Зворыкин Д.Д., Пашков А.Н. Восьмиполосая цихлазома — аллохтонный вид цихловой рыбы (Teleostei: Cichlidae) из озера Старая Кубань // Российский журнал биологических инвазий. — 2008. — № 1. — С. 6—15.

Козуб М.А., Кадомцева В.В. Качественные и количественные показатели зоопланктона озера Старая Кубань в весенний период // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы V всерос. науч.-практ. конф. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2024. — С. 16—18.

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

Павелко К.Е., Плотников Г.К. Влияние тёплых сбросных вод Краснодарской ТЭЦ на зоопланктон озера Старая Кубань // Молодой учёный. — 2016. — № 7 (111). — С. 287—291.

Пашков А.Н., Зворыкин Д.Д. Некоторые морфоэкологические особенности восьмиполосой цихлазомы *Rocio octofasciata* (Perciformes, Cichlidae) популяции озера Старая Кубань // Вопросы ихтиологии. — 2009. — Т. 49, № 3. — С. 396—401.

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.

Праздников Д.В. Влияние гипотиреоидизма на изменчивость каротиноидной окраски у самок *Amatitlania nigrofasciata* (Cichlidae) // Вопросы ихтиологии. — 2023. — Т. 63, № 6. — С. 741—747.

Праздников Д.В., Шкиль Ф.Н. Гормоны щитовидной железы и разнообразие окрасок у костистых рыб. Экспериментальная оценка на примере модельных видов рыб // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. — Симферополь: Ариал, 2020. — С. 55—58.

Пряхин Ю.В., Шкицкий В.А. Методы рыбохозяйственных исследований: учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. — 251 с.

Burress E.D. Ecological diversification associated with the pharyngeal jaw diversity of Neotropical cichlid fishes // *Journal of Animal Ecology*. — 2016. — Vol. 85. — P. 302—313.

Tetsuroh I., Katsunori T. Life history of the nonnative convict cichlid *Amatitlania nigrofasciata* in the Haebaru Reservoir on Okinawa-jima Island, Japan // *Environmental Biology of Fishes*. — 2010. — Vol. 88. — P. 283—292.

Townshend T.J., Wootton R.J. Adjusting parental investment to changing environmental conditions: the effect of food ration on parental behaviour of the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum* // *Animal Behaviour*. — 1985. — Vol. 33, Iss. 2. — P. 494—501.

Townshend T.J., Wootton R.J. Effects of food supply on the reproduction of the convict cichlid, *Cichlasoma nigrofasciatum* // *Journal of Fish Biology*. — 1984. — Vol. 24, Iss. 1. — P. 91—104.

Wisenden B.D. Female convict cichlids adjust gonadal investment in current reproduction in response to relative risk of brood predation // Female convict cichlids adjust gonadal investment in current reproduction in response to relative risk of brood predation. — 1993. — Vol. 71, Iss. 2. — P. 252—256.

Wisenden B.D. Reproductive behavior of free-ranging convict cichlids, *Cichlasoma nigrofasciatum* // *Environmental Biology of Fishes*. — 1995. — Vol. 43. — P. 121—134.

УДК 597.55

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АРАЛЬСКОГО ЖЕРЕХА (*ASPIUS ASPIUS IBLIOIDES*) ОЗЕРА ВОСТОЧНЫЙ АРНАСАЙ (УЗБЕКИСТАН)

Н. Я. Азизов

*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,
Республика Узбекистан
E-mail: n.y.azizov@gmail.com*

Аральский жерех [*Aspius aspius iblioides* (KESSLER, 1872)] широко распространён во всех водоёмах Средней Азии (Берг, 1949; Никольский, 1938; Турдаков, 1963; Максун, 1968). В Узбекистане он встречается в бассейнах Сырдарьи и Амударьи, а также в реках Сурхандарья, Карадарья, Зарафшан и Сангзар (Камилов, 1973; Аманов, 1985; Абдуллаев, Урчинов, 1989; Мирзаев, 2001; Мирзаев, Перепада, 2003).

В литературе имеются недостаточные сведения о биологии размножения аральского жереха в Айдар-Арнасайской системе озёр. Некоторые данные приведены в работе К.А. Перепада, Г.М. Худойберггановой, У.Т. Мирзаева (2005). В данной статье представлены данные по экологическим особенностям аральского жереха в оз. Восточный Арнасай Айдар-Арнасайской системы озёр.

Материалы по изучению экологических особенностей жереха (половое созревание, размножение, плодовитость) были собраны в феврале—марте 2021—2024 гг. в оз. Восточный Арнасай (Айдар-Арнасайская система озёр, Джизакская область, Узбекистан). Возраст рыб определяли по чешуе (Чугунова, 1959). Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП, тыс. икринок), индивидуальная относительная плодовитость

(ИОП, икринок/г массы тела без внутренностей), диаметр икринок (d , мм), коэффициент зрелости (Кз, %) рассчитывались по общепринятым методикам (Сақун, Буцкая, 1968; Спановская, Григораш, 1976).

При статистическом анализе рассчитывались пределы колебания показателя, среднее значение (M), стандартная ошибка (m), стандартное отклонение (σ), дисперсия (S^2) и коэффициент вариации (Cv , %) (Лакин, 1990).

По данным К.А. Перепада, Г.М. Худойберггановой, У.Т. Мирзаева (2005), самцы аральского жереха в оз. Тузкан достигают половой зрелости в возрасте 3—4 лет при длине тела 25—30 см. Самки созревают на год позже самцов. Размножение происходит в конце февраля — начале марта на песчано-гравийных грунтах.

По нашим данным, в оз. Восточный Арнасай у самок аральского жереха 2+ лет с длиной тела 22,0—30,0 см и массой 334—598 г икринки находились на II стадии зрелости. Количество незрелых икринок составляло 10 920—19 224 шт., коэффициент зрелости — 5,58—6,29 % (табл. 1).

У самок длиной тела 30,5—40,5 см и массой 615—970 г в возрасте 3+—4+ лет икринки находилась на IV стадии

Таблица 1

Репродуктивные характеристики самок аральского жереха 2+ лет в оз. Восточный Арнасай ($n = 7$)

Показатель	Lim	$M \pm m$	σ	S^2	$Cv, \%$
$l, см$	22—30	$27,24 \pm 1,02$	2,71	7,38	9,9
$W, г$	334—598	$452,85 \pm 31,91$	84,43	7 129,47	18,6
Незрелые икринки, шт.	10 920—19 224	$15 172,57 \pm 1 078,6$	2 853,9	81 448,9	18,8
Кз, %	5,58—6,29	$5,99 \pm 0,09$	0,26	0,06	4,3
$d, мм$	1,2—1,4	$1,3 \pm 0,02$	0,05	0,003	4,4

Таблица 2

Репродуктивные характеристики самок аральского жереха 3+—4+ лет
в оз. Восточный Арнасай ($n = 14$)

Возраст	$l, \text{ см}$	$W, \text{ г}$	Кз, %	ИАП	ИОП	n
3+	30,5—32,0	615—715	6,4—8,4	24 000—35 460	43,1—59,4	4
4+	31,8—40,5	721—970	7,8—11,6	35 340—68 930	50,4—86,7	10

зрелости. В конце февраля половозрелые жерехи мигрируют из оз. Восточный Арнасай к нерестилищам в оз. Тузкан. В первой половине марта в оз. Восточный Арнасай остаются только незрелые особи до 2+ лет.

Индивидуальная абсолютная плодовитость у рыб 3+ лет (длина тела 30,5—32,0 см; масса 615—715 г) составила 24,0—35,4 тыс. икринок, у рыб 4+ лет (31,8—40,5 см; 721—970 г) — 35,3—68,9 тыс. икринок (табл. 2). Диаметр икринок составил 1,4—1,6 мм (в среднем $1,5 \pm 0,001$ мм).

Связь между длиной тела, массой и ИАП выражается уравнениями:

$$\text{ИАП} = 0,0609 \times l^{3,7962} \\ (r = 0,941; P < 0,01);$$

$$\text{ИАП} = 79,297 \times W - 21\,207 \\ (r = 0,940; P < 0,01).$$

Исследования показали, что у самок аральского жереха 2+ лет в оз. Восточный Арнасай икра находится на II стадии зрелости. Самки достигают половозрелости в возрасте 3—4 лет при длине 30,5—31,8 см. Из-за отсутствия нерестилищ в оз. Арнасай половозрелые особи в конце февраля — начале марта мигрируют в оз. Тузкан. В середине марта в оз. Арнасай остаются только неполовозрелые особи до 2+ лет. Индивидуальная абсолютная плодовитость увеличивается с увеличением длины и массы тела от 24,0 до 68,9 тыс. икринок. Однако увеличение относительной плодовитости не наблюдается.

Библиографический список

- Аманав А.А. Экология рыб водоёмов юга Узбекистана и сопредельных республик. — Ташкент: Фан, 1985. — 160 с.
- Абдуллаев М.А., Урчинов Д.У. Промысловые рыбы водоёмов низовьев р. Зарафшан. — Ташкент: Фан, 1989. — 72 с.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран: в 3 ч. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — Ч. 2. — С. 468—995.
- Камилов Г.К. Рыбы водохранилищ Узбекистана. — Ташкент: Фан, 1973. — 220 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 с.
- Максунов В.А. Промысловые рыбы Таджикистана. — Душанбе: Дониш, 1968. — 99 с.
- Мирзаев У.Т. Биоразнообразие рыб Узбекистана: стратегия сохранения многообразия видов // Узбекский биологический журнал. — 2001. — № 3. — С. 40—44.
- Мирзаев У.Т., Перепида К.А. Современное состояние и распределение ихтиофауны в водоёмах бассейна р. Санзар // Узбекский биологический журнал. — 2003. — № 5—6. — С. 66—71.
- Никольский Г.В. Рыбы Таджикистана / под ред. Е.Н. Павловского. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938. — 228 с.
- Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. — Мурманск: Главрыбвод, 1968. — 47 с.

Спановская В.Д. К методике определения плодовитости одновременно и порционно икромечущих рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов: сб. ст. Ч. 2 / ред. кол.: Р.С. Вольскис (отв. ред.) [и др.]. — Вильнюс: Мокслас, 1976. — С. 54—62.

Перепада К.А., Худойбергана Г.М., Мирзаев У.Т. Воспроизводительная способность некоторых промысловых видов рыб озера Тузкан Узбекистана // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных: материалы Междунар. науч. конф. — Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2005. — С. 171—173.

Турдаков Ф.А. Рыбы Киргизии. — 2-е изд. — Фрунзе: Изд-во АН Киргизской ССР, 1963. — 283 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии / отв. ред.: акад. Е.Н. Павловский, д-р биол. наук, проф. П.А. Моисеев. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

УДК 574.5

РОЛЬ МАКРОФИТОВ В МОНИТОРИНГЕ ВОДОЁМА

Э. А. Губаев, С. Д. Борисова

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

Макрофиты играют ключевую роль в экосистемах водоёмов, влияя на химические и физические свойства воды, а также обеспечивая среду обитания для различных организмов. Они способствуют самоочищению водоёмов, обогащая воду кислородом и регулируя уровень питательных веществ. Макрофиты, как и другие растения, осуществляют фотосинтез, в процессе которого они выделяют кислород и очищают воду, поглощая избыточные питательные вещества, такие как азот и фосфор, предотвращая эвтрофикацию — процесс, приводящий к цветению водорослей и ухудшению качества воды. Высшие водные растения — это укрытие и среда обитания для многих водных организмов, включая рыбу, беспозвоночных и микроорганизмы, а корни макрофитов помогают удерживать донные отложения, предотвращая эрозию и оседание частиц, что способствует поддержанию чистоты воды. Макрофиты участвуют в циклах углерода и других питательных веществ, способствуя их переработке и доступности для других организмов в экосистеме (Биоиндикация и биомониторинг, 1991).

Высшие растения являются значимыми индикаторами для оценки качества окружающей среды (Бурдин, 1985). Они могут использоваться для биоиндикации всех природных сред. Растения-индикаторы используются для анализа механического и кислотного состава почв, оценки их плодородия, уровня увлажнения и засоления, определения степени минерализации грунтовых вод, а также для выявления загрязнения атмосферного воздуха газообразными соединениями. Кроме того, они помогают выявить трофические свойства водоёмов и степень их загрязнения поллютантами.

Чувствительные фитоиндикаторы реагируют на наличие загрязняющих веществ в воздухе или почве, проявляя ранние изменения в своей морфологии. Среди таких изменений выделяются: смена окраски листьев (возникновение хлорозов, жёлтой, бурой или бронзовой окраски), формирование некрозов разной формы, преждевременное увядание и опадание листьев. У многолетних растений загрязнители могут провоцировать изменения размеров, формы и количества органов, направления роста побегов, а также воздействовать на их плодовитость (Ашихмина, 2002).

Ещё одним типом растений-индикаторов выступают растения-аккумуляторы. Они обладают способностью накапливать в своих тканях загрязняющие вещества или вредные продукты метаболизма, возникающие под влиянием загрязнителей, без заметных внешних изменений. Однако, если уровень токсичности превышает допустимый для конкретного вида, возникают различные реакции, такие как изменение скорости роста, продолжительности фенологических фаз, биометрических показателей и, в итоге, снижение продуктивности.

Индикаторные признаки растений, согласно классификации Б.В. Виноградова, подразделяются на флористические, физиологические, морфологические и фитоценологические (Мелехова, 2007).

Флористические признаки отражают различия в составе растительности на изучаемых участках, которые формируются под влиянием определённых экологических условий. Индикаторную роль играет как присутствие, так и отсутствие определённых видов. Физиологические признаки связаны с особенностями обменных процессов у растений.

Анатомо-морфологические признаки указывают на специфику внутреннего и внешнего строения, а также на различные аномалии развития и новообразования.

К фитоценотическим признакам относятся особенности структуры растительного покрова: обилие и распределение видов растений, ярусность, мозаичность и степень сомкнутости.

Биомониторинг может осуществляться через наблюдение за отдельными растениями-индикаторами, популяцией конкретного вида или состоянием фитоценоза в целом. На уровне вида, как правило, выявляют влияние отдельного загрязнителя, а на уровне популяции или фитоценоза анализируют общее состояние окружающей среды.

Водные растения являются важными индикаторами для оценки состояния экосистемы. Их здоровье и разнообразие могут сообщать о качестве воды, уровне загрязнения и общем состоянии окружающей среды. Использование водных растений для биомониторинга позволяет получить информацию о наличии токсичных веществ и изменений

в экосистеме благодаря их способности накапливать загрязняющие вещества; помогает выявить изменения в структуре и функции экосистемы, что важно для оценки устойчивости водоёмов к внешним воздействиям, таким как климатические изменения или антропогенная нагрузка. Таким образом, водные растения играют ключевую роль в поддержании биоразнообразия водоёмов, обеспечивая среду обитания для многих видов, а их мониторинг позволяет своевременно выявлять угрозы и разрабатывать меры по охране. Регулярный мониторинг водоёмов с применением водных растений играет ключевую роль в управлении экосистемами и разработке стратегий, направленных на сохранение водных ресурсов. Изучение водных растений Среднего Поволжья и их использовании в мониторинге экосистем приведёт к более устойчивому и адаптивному управлению водными ресурсами региона (Faibaim, 1995; Мелехова, 2007).

Таким образом, макрофиты являются неотъемлемой частью экосистем водоёмов, способствуя их устойчивости и здоровью.

Библиографический список

Ашихмина Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. — Киров: Вятка, 2002. — 544 с.

Биоиндикация и биомониторинг = Bioindication and biomonitoring: сб. ст. / отв. ред. Д.А. Криволуцкий. — М.: Наука, 1991. — 287 с.

Биологический контроль окружающей среды (биоиндикация и биотестирование) / под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. — М.: Академия, 2007. — 288 с.

Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. — М: Изд-во МГУ, 1985. — 158 с.

Faibaim D.W., Olive P.L., O'Neill K.L. The comet assay: A comprehensive review // *Mutat. Res.* — 1995. — Vol. 339. — P. 37—59.

УДК 582.26

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХЛОРЕЛЛЫ

Д. М. Сабирова, С. Д. Борисова

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

E-mail: blink.blink.04@mail.ru

В условиях глобальных вызовов — роста населения, дефицита ресурсов, загрязнения окружающей среды и повышения спроса на функциональные продукты и экологичные технологии — микроводоросли, в частности представители рода *Chlorella* (*Ch. vulgaris*, *Ch. sorokiniana* и др.), привлекают внимание как высокоперспективный возобновляемый биотехнологический ресурс (Сабирова, 2024; Соколова, 2023). Их ключевые преимущества включают исключительно высокую скорость роста, неприхотливость к условиям культивирования, возможность использования непахотных земель и альтернативных субстратов (сточные воды, CO_2 отходящих газов), а также уникальный биохимический состав.

Потенциал хлореллы. Биомасса хлореллы характеризуется высоким содержанием полноценного белка, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), витаминов (включая B_{12}), минералов, антиоксидантов (каротиноиды, лютеин, зеаксантин), хлорофилла и специфических биорегуляторов (фактор роста хлореллы — *CGF*). Это определяет её широкий спектр потенциального применения: от производства биологически активных добавок (БАД), функциональных пищевых продуктов и кормов до фармацевтики, косметики, биотоплива, биоремедиации загрязнённых сред и систем жизнеобеспечения.

Исключительная ценность *Chlorella sp.* как функционального ингредиента проистекает из её комплексного и уникального биохимического профиля. Основу биомассы составляют высококачественные белки, содержание которых может достигать 60 % от сухого веса, характеризующиеся сбалансированным

профилем незаменимых аминокислот. Значительный интерес представляют липиды, а именно высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Преобладает α -линоленовая кислота (*ALA*), относящаяся к семейству омега-3 и составляющая 25—35 % от общей совокупности жирных кислот, а также представители семейства омега-6, такие как γ -линоленовая и арахидоновая кислоты (Новокшонова, Храмцов, Раев, 2023; Соколова, 2023).

Важнейшими компонентами, определяющими антиоксидантный и детоксикационный потенциал, являются пигменты. Хлорелла — один из богатейших природных источников хлорофиллов (*a* и *b*, суммарно 2—3 % от сухого веса), которые, помимо своей роли в фотосинтезе, способны эффективно хелатировать ионы переходных металлов (Fe^{2+} , Cu^+), тем самым ингибируя их участие в реакции Фентона и генерации разрушительных активных форм кислорода (АФК) (Новокшонова, Храмцов, Раев, 2023; Соколова, 2023). Каротиноидный комплекс, включающий лютеин, зеаксантин и β -каротин, обеспечивает защиту клеточных мембран от перекисного окисления липидов, причём β -каротин также служит предшественником витамина *A*.

Витаминный профиль *Chlorella* впечатляет: она является редким для растительных источников поставщиком биодоступного витамина B_{12} (кобаламина), что критически важно для вегетарианцев, а также содержит витамины *D*, *K*, значительные количества аскорбиновой кислоты (витамин *C*), действующей как синергист, восстанавливающий окисленный витамин *E* (токоферол), который сам по себе эффективно прерывает

цепные реакции перекисного окисления липидов. Минеральный состав отличается высокой концентрацией биодоступного железа (порядка 150 мг/100 г сухого веса, часто в хелатной форме, улучшающей усвоение), магния и цинка (Новокионова, Храмов, Раев, 2023; Соколова, 2023). Перспективным направлением исследований являются также специфические полисахариды *Ch. vulgaris*, проявляющие пребиотическую активность и потенциал к модуляции кишечного микробиома.

Вышеописанный биохимический состав напрямую определяет широкий спектр фармакологических свойств хлореллы, подтверждаемых растущим массивом научных данных. Её потребление эффективно способствует коррекции нутритивного статуса, выступая средством профилактики гиповитаминозов (особенно дефицита B_{12} и D) и железодефицитной анемии. Мощный антиоксидантный комплекс (каротиноиды, витамины C и E , хлорофилл) обеспечивает системную защиту от окислительного стресса — ключевого фактора развития многих хронических заболеваний и старения. Детоксикационный потенциал, в значительной степени связанный со способностью хлорофилла и компонентов клеточной стенки связывать ксенобиотики и тяжёлые металлы, имеет важное значение в условиях антропогенной нагрузки на организм. Наличие ПНЖК (особенно *ALA*) и антиоксидантов лежит в основе наблюдаемого в исследованиях кардиопротекторного (снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний) и противовоспалительного действия (Соколова, 2023). Иммуномодулирующие свойства, ассоциируемые с полисахаридами и некоторыми биологически активными пептидами, открывают дополнительные возможности для поддержания здоровья.

Благодаря своему уникальному профилю, хлорелла активно внедряется в качестве функционального ингредиента в разнообразные пищевые продукты. Наиболее распространено её использование для обогащения хлебобулочных изделий, где она не только повышает питательную ценность (содержание белка, клетчатки), но и значительно увеличивает уровень критически важных микронутриентов, таких как железо (до +20 %) и витамин B_{12} , по сравнению с традиционными рецептурами. В сфере спортивного питания биомасса хлореллы находит применение в протеиновых батончиках и порошках, предоставляя легкоусвояемый белок и комплекс нутриентов, ускоряющих восстановление после нагрузок. Для веганского сегмента хлорелла служит ценным обогатителем сыров и йогуртов, компенсируя возможный дефицит витамина D и кальция. Наиболее доступной формой для конечного потребителя остаётся порошок, который можно добавлять в соки, смузи и другие напитки, мгновенно повышая их антиоксидантную ценность и обогащая хлорофиллом.

Chlorella sp. подтвердила свой статус высокоперспективного и многофункционального источника биологически активных соединений для нутрициологии и пищевой промышленности. Её уникальный и богатый состав, включающий полноценный белок, эссенциальные ПНЖК, широкий спектр витаминов и минералов в биодоступных формах, мощные антиоксиданты и потенциальные пребиотики, обеспечивает научную базу для разнообразного функционального применения. Клинические исследования демонстрируют её эффективность в решении задач от коррекции микронутриентной недостаточности и детоксикации до снижения рисков, ассоциированных с окислительным стрессом и воспалением.

Библиографический список

Новокионова А.Д., Храмов П.В., Раев М.Б. Применение культур хлореллы

обыкновенной в биотехнологии и пищевой промышленности // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. — 2023. — № 1. — С. 32—42.

Сабирова Д.М. Перспективные направления использования одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* // Материалы докладов XXVIII 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, 2024. — С. 671—674.

Соколова Ю.С. Перспективы использования хлореллы обыкновенной в пищевой промышленности в качестве продукта с добавленной стоимостью // Пищевые технологии: исследования, инновации, маркетинг. — Керчь: Керченский гос. морской технол. ун-т, 2023. — С. 88—94.

УДК 574.583:551.468.2(470.620)

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА НОВОРОССИЙСКОЙ БУХТЫ

С. Н. Шалито, О. В. Букарева

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: ol23@mail.ru*

Фитопланктон составляет основу пелагической пищевой сети во внутренних водах. В отличие от укоренившихся растений, имеющих доступ к питательным веществам из донных отложений, фитопланктон зависит от открытой акватории как от единственного прямого источника минералов. Зоопланктон своим разнообразием и комплексностью поддерживает обширную систему пищевых цепей в морских пелагических сообществах. Уменьшение биоразнообразия планктонных организмов негативно отражается на всех трофических уровнях морской экосистемы. Планктон участвует в процессах круговорота веществ в водоёме и обладая высокими фильтрующими возможностями. Таким образом планктонные сообщества способствуют улучшению рекреационных показателей морской среды и формируют водную экосистему (Загородняя, Морякова, 2011).

Материал и методы

Исследования проводились в западной части Новороссийской бухты Чёрного моря в районе порта, Западного мола и городского пляжа с июня по август 2024 г. Пробы зоопланктона отбирали вертикальными ловами сетью типа Джели (диаметр входного отверстия 25 см, размер ячеек 100 мкм). Пробы фиксировали нейтральным формалином до конечной концентрации 1—2 %. Подсчёт организмов вели в камере Богорова (Руководство ... , 1980). Во время просмотра в камере определяли видовой состав, численность организмов каждого вида. Индивидуальные веса устанавливали по весовым характеристикам (Петипа, 1957). Пробы фитопланктона отбирали путём зачерпывания воды в сосуд определённого объёма. Пробы

фитопланктона фиксировали формалином до конечной концентрации 1—2 % и сгущали методом обратной фильтрации через ядерный фильтр (размер пор 2 мкм) до объёма 20—30 мл (Сорокин, 1979). Подсчёт фитопланктона проводили в счётной камере Горяева, объёмом 0,9 мм³ при увеличении ×200, ×400, не менее трёх раз.

Для изучения биоразнообразия планктонных сообществ были проведены подсчёты индексов Шеннона и Пиелу. Индекс Шеннона используется для исследования разнообразия в биологическом сообществе и для описания беспорядочности и неопределённости отдельных видов (Shannon, Weaver, 1949). На основании этого индекса вычисляли индекс выравнивания Пиелу (Pielou, 1975), показывающий насколько относительная численность особей при данном количестве видов равномерно распределена в сообществе.

Результаты и обсуждение

В результате исследования установили, что в составе зоопланктона обнаружен 21 вид, в фитопланктоне 94 вида. В пробах зоопланктона в течение всего времени изучения из голопланктона чаще всего встречались такие виды, как: *Acartia tonsa*, *Oithona davisae*; а в мезопланктоне: *Parasagitta setosa*, *Sarsia (Coryne) tubulosa*, *Polychaeta larvae*, *Cirripedia nauplius*, *Bivalvia larvae*, *Harpacticoida spp.* В пробах фитопланктона на трёх станциях исследования чаще всего встречались такие виды, как: *Achnanthes dispar*, *Amphora ovalis*, *Apicoporus sp.*, *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros decipiens*, *Chlorococcum hypnosporum*, *Cryptomonas erosa*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Gomphonema italicum*, *Pinnularia*

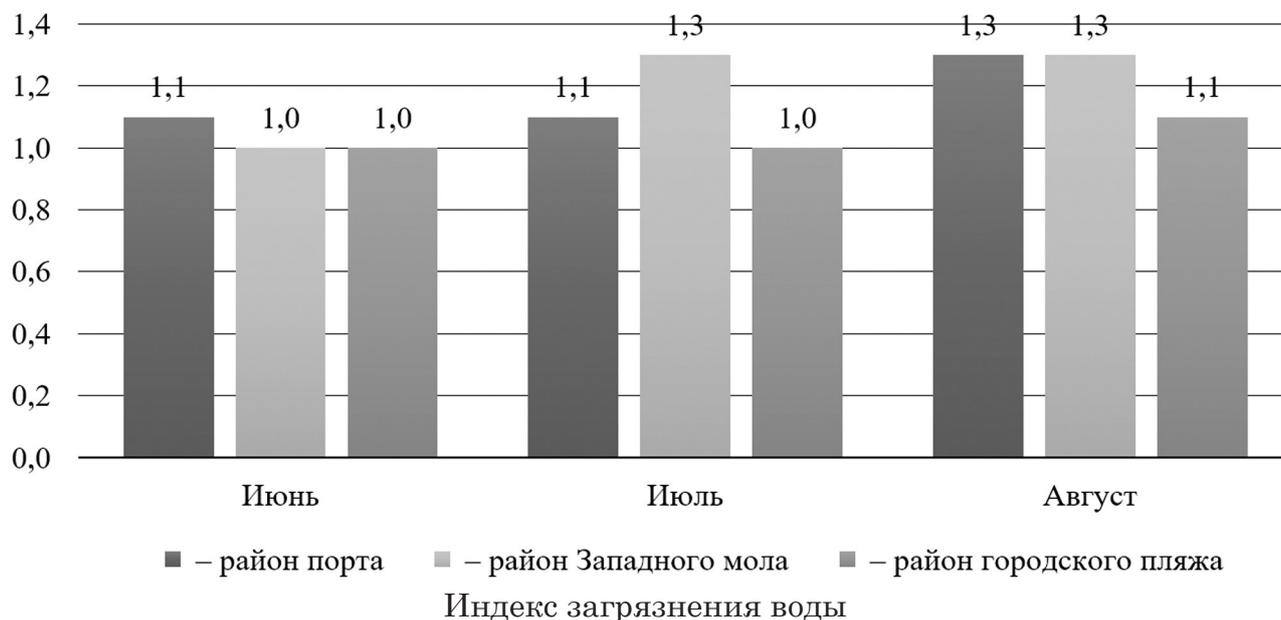
viridis, *Skeletonema costatum* и *Torodinium teredo*. В составе фитопланктона часто встречались представители диатомовых и динофитовых водорослей.

Анализ динамики фитопланктона в течение трёх месяцев показал снижение как численности, так и биомассы с июня по август. В июне средняя численность составляла 1,3 млн экз./л³ (диапазон 969 тыс. — 1,2 млн экз./л³), а биомасса — 6 475,4 мг/л³ (4 850—7 854 мг/л³). В июле эти показатели снизились до 446 тыс. экз./л (230—519 тыс. экз./л³) и 2 130,9 мг/л³ (1 217—3 348 мг/л³) соответственно. В августе наблюдалось дальнейшее уменьшение: численность в среднем 285 тыс. экз./л³ (233—341 тыс. экз./л³), биомасса — 1 709,6 мг/л³ (1 232—2 228 мг/л³).

Численность зоопланктона варьировала в широком диапазоне, демонстрируя тенденцию к снижению от июня к августу. В июне численность составляла в среднем 15,2 тыс. экз./л³ (10,1—26,2 тыс. экз./л³), а биомасса — 191 мг/л³ (137—221 мг/л³). В июле эти показатели снизились до 7,2 тыс. экз./л³ (4,7—12,2 тыс. экз./л³) и 143,1 мг/л³ (115,9—176,3 мг/л³) соответственно. Наименьшие значения были зафиксированы в августе: численность — в среднем 2,6 тыс. экз./л³ (1,7—3,1 тыс. экз./л³), биомасса — 149,4 мг/л³ (15,6—82,6 мг/л³).

Среднее значение индекса Шеннона по фитопланктону в исследуемом промежутке времени по численности в районе портовой части был равен 3,1, в районе Западного мола 3,3, и в районе городского пляжа индекс составлял 3,4. Небольшое увеличение индекса Шеннона для фитопланктона в направлении от порта к пляжу указывает на снижение уровня загрязнения и улучшение экологических условий. Индекс Шеннона по зоопланктону в районе порта был равен 1,9, в районе Западного мола 1,8, а в районе городского пляжа индекс составлял 1,6. Среднее значение индекса Пиелу по фитопланктону во всех районах исследования по численности и биомассе был равен 0,9 и 0,7 соответственно. Тогда как в зоопланктоне индекс по численности не изменялся и был равен 0,7, а по биомассе от 0,4 до 0,6.

С помощью тест-комплектов был проведён химический анализ образцов воды Новороссийской бухты и определён индекс загрязнения воды (ИЗВ). Среднее значение ИЗВ за летний период 2024 г. было достаточно высоким 1,15, что характеризуется как умеренное загрязнение и 3 класс качества воды. Высокий показатель ИЗВ был зафиксирован в июле и августе в районе порта и Западного мола, равен 1,3 (рисунок), что соответствует 4 классу качества воды — загрязнённые воды.



Таким образом, наибольшей антропогенной нагрузке подвержены районы порта и Западного мола. Наиболее высокие показатели индекса загрязнения воды были отмечены в июле и августе, в летний пик влияния рекреационной деятельности и судоходства. На основании проведённых исследований, можно от-

метить взаимосвязь между уровнем антропогенного воздействия и состоянием планктонных сообществ. Вместе с повышением загрязнения воды, происходило уменьшение видового состава фито- и зоопланктона, что негативно сказывается на состоянии морской экосистемы в целом.

Библиографический список

Загородняя Ю.А., Морякова В.К. Зоопланктон как кормовая база промысловых пелагических рыб. — Севастополь, 2011. — 257 с.

Петина Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона Чёрного моря // Труды Севастопольской биологической станции. — 1957. — Т. IX. — С. 39—58.

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.

Сорокин Ю.И. К методике концентрирования проб фитопланктона // Гидробиологический журнал. — 1979. — № 15. — С. 71—76.

Pielou E.C. Ecological diversity. — New York: Gordon and Breach Science Publisher, 1975. — 165 p.

Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. — Illinois: University of Illinois, 1949. — 125 p.

УДК 502.1:581.526.325:556.53(470.620)

**АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ФИТОПЛАНКТОН
РЕКИ ПОЛТАВСКИЙ ЕРИК КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Е. А. Базикало, О. В. Букарева

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: ol23@mail.ru*

Фитопланктон — совокупность мелких, преимущественно микроскопических водорослей, свободно плавающих в толще воды. Это основная экологическая группа водорослей, продуцирующая первичное органическое вещество, без которого представить всё живое в водоёме просто невозможно. В процессе эволюции планктонные водоросли выработали ряд приспособлений для длительного нахождения в воде во взвешенном состоянии (Альгология и микология, 2009).

Полтавский ерик протекает в западной части Краснодарского края, в основном через Красноармейский район, который является одним из производителей риса в нашей стране. Он, до включения его в Чебургольскую оросительную систему, представлял собой естественный водоток, вода в него поступала из р. Кубань. В конце 1970-х гг. почти половина русла в нижней части была засыпана под рисовые чеки, выхода в плавни ерик не имел. Человек наносит непоправимый вред окружающей среде, поэтому важно следить за состоянием её экологии, чтобы вовремя предотвратить катастрофу или восстановить среду (Борисов, 1978).

Материал и методы

Объектом исследования является фитопланктон р. Полтавский ерик Краснодарского края. Исследования проводились в летне-осенний период на 8 экспериментальных участках: 1 — рисовые чеки, 2 — жилой район, 3 — возле кладбища, 4 — железнодорожная станция, 5 — контрольный участок, 6 — хутор Телегин, 7 — посёлок Заря, 8 — посёлок Октябрьский.

Отбор и обработка проб воды проводилась общепринятыми методами. Для

видового определения фитопланктона и биоэкологического анализа использовались различные определители (Определитель пресноводных водорослей СССР, 1951—1986), для химического анализа использовались специальные тест-комплекты (Гальцова, Дмитриев, 2007; Муравьёв, 2009).

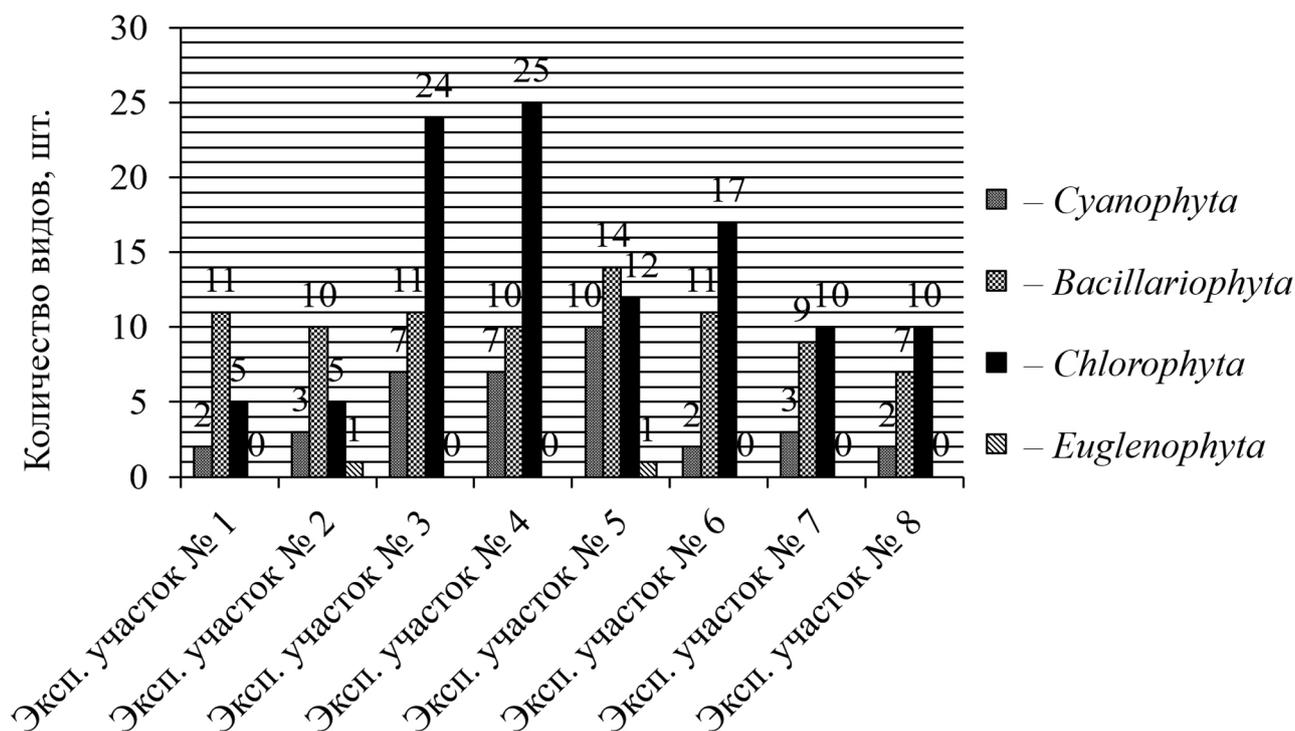
Результаты и обсуждение

По результатам проведённых исследований был составлен систематический список фитопланктона р. Полтавский ерик Краснодарского края, включающий 71 вид и форм планктонных водорослей из 34 родов, 22 семейств.

Таксономический анализ показал, что по количеству видов доминируют представители отдела Chlorophyta (35 видов), что составляет 43,6 % от общего числа. Наименьшее количество видов выявлено в отделе Euglenophyta (2 вида), что составляет 2,5 %.

Наибольшее количество видов фитопланктона (54,9 % всего видового состава) приходится на семейства Hydrodictyaceae (11), Selenastraceae (10), Naviculaceae (8), Anabaenaceae (5), Fragilariaceae (5), Oscillatoriaceae (4) и Coscinodiscaceae (4). Часть семейств (8) представлены по одному виду: Chlorellaceae, Gloeocapsaceae, Tetrasporaceae и др.

В результате проведённых исследований было установлено 4 экобиоморфы для фитопланктона р. Полтавский ерик. В биоморфологическом спектре (рисунок) альгофлоры исследуемой реки преобладает *Bacillariophyta*-форма (22 вида), что соответствует 31 %. На втором месте *Chlorococum*-форма, представленная 19 видами, что составляет 26,8 %. Меньше всего было обнаружено представителей *Cylindros-*



Количественное соотношение видов фитопланктонных водорослей р. Полтавский ерик по пространственному распределению

permut-формы (15 видов) и *Phormidium*-формы (15 видов).

Проведена оценка фитопланктона по отношению к сапробности воды. Она выявила преобладание олигосапробионтов, на долю которых приходится 33,8 % от общего числа видов. На втором месте бетамезосапробионты, представленные 14 видами, на долю которых приходится 19,6 %. Наименьшее число принадлежит метасапробионтам и полисапробионтам, что соответствует по 5,7 % от общего числа видов каждый.

По отношению к уровню *pH* среды в составе фитопланктона р. Полтавский ерик преобладают алкалифилы (36 видов), которые составляют 50,7 % от общего числа видов индикаторов. На втором месте индифференты (32 видов), на долю которых приходится 45,1 %, наименьшее количество составляют алкалибионты, представленные 3 видами, что составляет 4,2 % от общего числа видов.

Анализ пространственного распределения показал, что максимальное количество видов было обнаружено на экспериментальном участке № 4 (желез-

нодорожная станция) (38 видов и 4 вариации) (рисунок).

Наименьшее количество видов обнаружено на экспериментальном участке № 1 (рисовые чеки) (18 видов). Доминирует развитие видов фитопланктона отдела Chlorophyta. Чаще всего встречались такие виды фитопланктона: *Chlorococcum infusionum*, *Pinnularia viridis*, *Synedra pulchella*, *Microcystis aeruginosa*. Также был проведён анализ распределения фитопланктона в связи с его сапробностью. На всех экспериментальных участках наиболее часто встречались виды-олигосапробионты (таблица).

Полисапробионтов же присутствует достаточно мало, а на экспериментальном участке № 1 таких представителей не обнаружено. Большое количество изученного фитопланктона относятся к группам бетамезосапробионтов, олиго-бетамезосапробионтов и олигосапробионтов (68,9 %), что говорит о незначительном загрязнении воды.

Химический анализ воды показал, что *pH* варьирует в небольших пределах и составляет 6,5—7,9, карбонатная

Распределение фитопланктона по его сапробиости, %

Вид по отношению к сапробиости воды	Экспериментальный участок							
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Альфамезо-сапробионт	5,56	5,26	12,20	11,90	8,11	10,00	13,64	10,53
Бетамезо-сапробионт	33,32	36,85	17,07	9,52	13,51	16,67	18,18	21,05
Мет-асапробионт	5,56	5,26	4,88	7,14	8,11	10,00	4,55	5,26
Олиго-сапробионт	44,44	36,85	39,02	45,24	35,14	43,33	40,90	31,58
Поли-сапробионт	—	5,26	4,88	7,14	8,11	6,67	9,09	5,26
Бета-альфамезо-сапробионт	5,56	5,26	2,44	2,39	13,51	—	4,55	—
Олиго-бетамезо-сапробионт	5,56	5,26	19,51	16,67	13,51	13,33	9,09	26,32

жёсткость находится в пределах 2—4 °Ж и считается мягкой. Концентрации аммония, сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов и кальция не превышает предельно допустимые концентрации. Однако концентрация алюминия на всех экспериментальных участках кроме первого превышает ПДК в 2 раза, а концентрация железа на экспериментальном участке № 4 составляет 0,3 мг/л, что является пределом допустимых концентраций. Однако, было установлено, что на экспериментальном участке № 5 были замечены одни из самых больших

значений по всем показателям концентраций ионов веществ.

Для оценки экологического состояния реки был рассчитан индекс загрязнения воды (ИЗВ) для каждого экспериментального участка. Для экспериментального участка № 1 ИЗВ равен 0,3, что является порогом значения воды как очень чистой и классом загрязнения воды 1. Для экспериментальных участков № 3, 7 и 8 ИЗВ равен 0,5, для остальных участков — 0,6, что в обоих случаях является значением воды как чистой и классом загрязнения воды 2.

Библиографический список

- Альгология и микология: учеб. пособие / А.С. Шуканов, А.И. Стефанович, В.Д. Поликсенова, А.К. Храмцов. — Минск: Изд-во БГУ, 2009. — 423 с.
- Борисов В.И. Реки Кубани: учеб. пособие. — Краснодар: Кн. изд-во, 1978. — 79 с.
- Гальцова В.В., Дмитриев В.В. Практикум по водной экологии и мониторингу состояния водных систем: учеб. пособие. — СПб.: [Б. и.], 2007. — 363 с.
- Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. — 3-е изд. — СПб.: Кримас+, 2009. — 232 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР: в 14 вып. Вып. 1, 2, 4, 7, 8, 10, 13 / отв. ред. М.М. Голлербах. — М.: Советская наука, 1951—1986.

УДК 564.121(262.5)

ЭКОЛОГИЯ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ (*CRASSOSTREA GIGAS*) В УСЛОВИЯХ КАЛАМИТСКОГО ЗАЛИВА ЧЁРНОГО МОРЯ (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)

Ю. В. Будник, О. В. Букарева, А. В. Абрамчук

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: yulia.budnik@yandex.ru

В последние годы численность и ареал плоской устрицы, обитающей в шельфовой зоне Чёрного моря, резко сократилась. В этой связи возникла необходимость в освободившуюся экологическую нишу интродуцировать моллюска, обладающего более широкой экологической пластичностью и имеющего определённую промысловую ценность (Quayle, 1969). Весьма перспективным экологическим эквивалентом плоской устрицы является японская устрица (тихоокеанская или гигантская) (*Crassostrea gigas*), акклиматизация которой прошла успешно в ряде стран американского и европейского континентов, а также в России (Spencer, Gough, 1978).

Материал и методы

Исследования и отбор проб воды проводились в мае — августе 2024 г. в условиях предприятия ООО «Крым Моллюск-Сервис» (республика Крым, пгт. Мирный), которое специализируется на выращивании морских гидробионтов. Пробы для гидрологических и гидрохимических определений отбирались батометром с двух горизонтов — на поверхности и у дна. Для определения гидрологических и гидрохимических параметров использовали аттестованные методики. Объектом исследования являлась тихоокеанская устрица (*Crassostrea gigas*). Материал для исследования собирался в период с 2020 по 2024 гг. При изучении морфометрических показателей для измерений использовали штангенциркуль и электронные весы. Обработка данных проводилась общепринятыми методами.

Результаты и обсуждение

В период исследований, когда рост моллюсков находится в активной стадии, превышений норм ПДК загрязняющих веществ не было обнаружено, что благоприятно сказывается на развитии устриц.

Температурный режим оставался стабильным, содержание растворённого кислорода не падало ниже нормы, а показатели органических соединений азота и фосфора не превышали предельно допустимую концентрацию (таблица).

При производстве моллюска важной задачей для любого предприятия служит выход мяса с высоким процентным соотношением, но также есть много факторов, которые влияют на конечный результат (Содержание ... , 2023).

В течение четырёх лет проводились линейно-массовые измерения, которые показывали динамику прироста или снижение показателей устриц. В ходе проведённых исследований были обработаны 160 экз. моллюсков, которые были разделены на 4 группы с категориями в зависимости от веса.

За весь период исследования в группе с калибром 20/40 показатели длины были незначительные, где наивысшее значение составило 75,3 мм в 2024 г. Значительный прирост длины наблюдался в группе с массовым диапазоном 60—80 г: в 2020 г. он составлял 91,9 мм, в 2024 г. — 114 мм, а также в группе с диапазоном 80—120 г, где в 2020 г. — 75,3 мм, в 2024 г. — 111,4 мм. У выборки с калибром 40/60 разница прироста составила 5,9 мм. Линейные показатели ширины показали стабильный прирост в группе с весовым диапазоном 80—120 г, где разница составила

Результаты отбора проб в Каламитском заливе

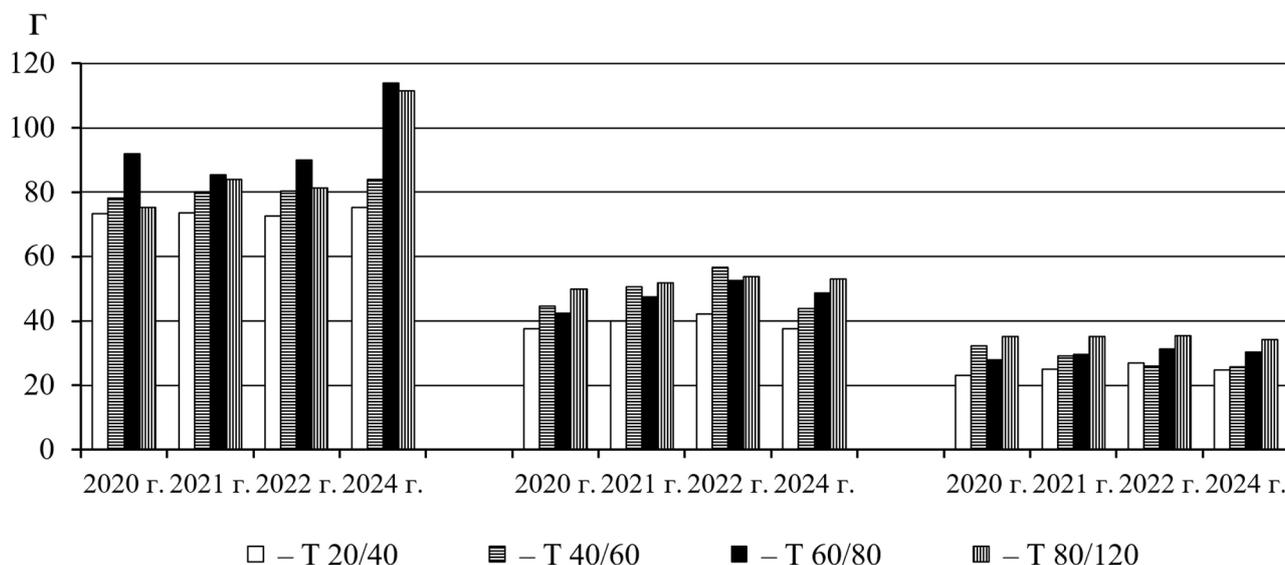
Месяц	Глубина, м	Температура воды, °С	Растворённый кислород, %	Уровень рН	Солёность воды, ‰	Органический азот, мкг/дм ³	Нитриты (NO ₂), мкг/дм ³	Нитраты (NO ₃), мкг/дм ³	Аммоний (NH ₄), мкг/дм ³	Фосфаты (PO ₄), мкг/дм ³
Май	5	17,0	97,5	8,37	17,8	11,20	3,50	3,72	9,90	4,70
	15	16,4	101,2	8,42	17,76	6,86	4,37	0,00	6,66	0,94
	25	16,3	99,9	8,41	18,34	12,60	3,22	0,00	13,86	2,82
Июнь	5	22,0	103,5	8,35	17,70	10,22	0,74	0,62	7,74	1,88
	15	16,5	108,7	8,41	18,26	10,22	0,10	0,00	11,70	4,70
	25	10,5	100,1	8,37	17,87	13,02	1,70	0,00	5,04	1,88
Июль	5	24,1	103,9	8,49	18,30	7,56	1,30	6,20	7,56	8,46
	15	22,1	101,2	8,53	18,21	12,46	2,10	31,00	20,34	6,58
	25	18,0	101,0	8,54	18,14	13,86	2,00	11,16	14,22	0,94
Август	5	27,1	99,4	8,53	18,23	9,66	1,40	3,72	7,92	0,94
	15	23,9	94,9	8,47	18,31	10,78	2,00	0,00	7,38	0,94
	25	21,7	102,7	8,50	18,11	6,30	1,20	2,48	6,30	1,88

3,3 мм. В остальных группах наблюдалось снижение и повышение показателей прироста, так в группе с калибром 20/40 разница составила 4,7 мм, 40/60 — 12,7 мм, 60/80 — 10,1 мм. Показатели высоты на протяжении с 2020 по 2024 г. были более стабильны и разница составила: Т 20/40 — 1,9 мм, Т 40/60 — 6,6 мм, Т 60/80 — 2,4 мм, Т 80/120 — 1,1 мм.

В группе с массовым диапазоном 20—40 г. с 2020 по 2022 г. наблюдалось снижение процента наполнения мягких тканей в моллюске, где разница значе-

ния составила 2,5 %. В 2024 г. процент наполнения увеличился и составил 13,7 %. В группах калибром 40/60, 60/80, 80/120 наблюдалась подобная градация в значениях. В период с 2020 по 2022 г. процент наполнения снижался и составил разницу 2,6, 3,5 и 3,1 %. В 2024 г. процент наполнения увеличился и составил 13,1, 13,2 и 11,8 %.

При изучении массовых показателей моллюсков стоит отметить, что стабильное значение общего веса наблюдалось в группах с массовым диапазоном



Динамика прироста показателей устриц за четыре года

40—60 и 80—120 г, где показатели варьировались от 50,9 до 54,1 г и от 91,8 до 95,1 г соответственно. Высокие значения веса мягких тканей были в 2020 и 2024 г. у всех четырёх групп. Более стабильные значения веса раковины наблюдался у группы с калибром 80/120 и варьировали от 58,3 до 60,7 г.

Во всех группах были заметны снижение показателей прироста в основном в 2021 и 2022 гг., как это можно увидеть на графике, представленном ниже (рисунки).

В этот период динамика снижения прироста обуславливалась несвоевре-

менным обслуживанием технических установок в море из-за ограничений выхода к ним, т. к. это искусственно созданные условия для выращивания устриц, без своевременного вмешательства оборудование зарастает, циркуляция воды затрудняется. Такие обстоятельства влияют на развитие устриц, основные ресурсы уходят на защиту, т. е. увеличение массы раковины и снижение массы мягких тканей. Также на развитие моллюска влияют другие внешние факторы, такие как состав воды, который напрямую влияет на организм в целом.

Библиографический список

Содержание тихоокеанских устриц и их линейно-массовые характеристики / А.В. Жигин, Н.К. Юдин, С.А. Кленьшин, Д.К. Кожаева // Вестник АПК Верхневолжья. — 2023. — Т. 1 (61). — С. 32—41.

Quayle D.B. Pacific Oyster culture in British Columbia / Editor: J.C. Stevenson. — Ottawa: Fisheries Research Board of Canada, 1969. — 327 p.

Spencer B.E., Gough C.J. The growth and survival of experimental batches of hatchery-reared spat of *Ostrea edulis* L. and *Crassostrea gigas* THUNBERG using different methods of tray cultivation // Aquaculture. — 1978. — Vol. 13, № 4. — P. 239—313.

УДК 574:556.55:582.26/.27(470.620)

**АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ФИТОПЛАНКТОН ВОДОЁМОВ
ОКРЕСТНОСТЕЙ СТАНИЦЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ЛЕНИНГРАДСКОГО
РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

А. И. Горбенко, О. В. Букарева

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

Растения и животные, населяющие водоём, оказывают сильное влияние на состояние и свойства воды в результате своего метаболизма. Фитопланктон — наиболее широко распространённая и хорошо изученная из всех экологических групп водорослей. Анализ видового состава, численности и количественного развития фитопланктона входит во все программы экологического мониторинга водных объектов (Гуревич, 1966).

Пресноводная флора состоит из трёх основных компонентов: водорослей автотрофного происхождения (зелёные, сине-зелёные, диатомовые, эвглена и др.), перифитона и бентосных водорослей, которые развиваются на дне и смешиваются с планктоном. Большое количество фитопланктона может привести к гибели молоди и взрослых рыб. Водоросли активно участвуют в обмелении водоёмов из-за отложения фитопланктона (Иванова, 2012).

Антропогенное влияние на фитопланктон водоёмов обусловлено глобальными изменениями атмосферы, трансграничным переносом загрязняющих веществ и локальным воздействием производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Повышение обилия фитопланктона, изменение видового состава, увеличение общей биомассы и снижение разнообразия фитопланктона в результате поступления хозяйственно-бытовых сточных вод, нестабильность экосистем при периодическом пополнении водоёма дополнительным объёмом воды — всё это является последствием антропогенного влияния (Современные проблемы ... , 2017).

Материал и методы

Объектом исследования является фитопланктон водоёмов окрестностей станицы Ленинградской Ленинградского района Краснодарского края. Исследования проводились в летне-осенний период на 4 экспериментальных участках: пруд № 5, пруд № 8, пруд № 10, пруд № 11. Отбор и обработка проб проводились общепринятыми методами. Для видового определения фитопланктона и биоэкологического анализа использовались общепринятые методы и определители.

Результаты и обсуждение

По результатам проведённых исследований был составлен систематический список планктонных водорослей водоёмов окрестностей станицы Ленинградской Ленинградского района Краснодарского края, включающий 39 видов из 20 родов, 17 семейств, 4 классов, 4 отделов.

Таксономический анализ показал, что по количеству видов доминируют представители отдела Зелёные водоросли (20 видов), что составляет 53 % от общего числа видов. Наименьшее количество видов выявлено в отделе Диатомовые водоросли (2 вида), что составляет 5 %.

Наибольшее количество видов фитопланктона приходится на семейства Scenedesmaceae, Euglenaceae, Rivulariaceae, Anabaenaceae.

Некоторые семейства представлены по одному виду: Volvocaceae, Sphaerocystidaceae, Chlorococcaceae, Chlorellaceae, Coscinodiscaceae, Naviculaceae.

В результате проведённых исследований установлено 4 экобиоморфы для фитопланктона водоёмов окрестностей

станции Ленинградской: *Bacillariophyta*-форма, *Cylindrospermum*-форма, *Chlorococcum*-форма, *Phormidium*-форма. На всех экспериментальных участках преобладает наличие *Cylindrospermum*-формы — 74 %, наименьшее количество составляет *Phormidium*-форма — 3 %.

Изучение пространственного распределения показало, что больше всего видов планктонных водорослей было обнаружено в пруду № 11 (22 вида), доминировали представители таких семейств как: *Chlorococcaceae*, *Coccobacteriaceae*, *Volvocaceae* и в пруду № 5 (24 вида), наименьшее в пруду № 8 (7 видов), преобладали такие семейства как: *Hydrodictyaceae*, *Naviculaceae*. В пруду № 5 были обнаружены следующие виды: *Oscillatoria tenuis*, *Spirulina massartii*, *Lyngbya aestuarii*, *Navicula crucigera* и др.

В результате изучения пространственного распределения установлено, что наибольшее количество видов выявлено в пруду № 5 (24 вида) и в пруду № 11 (22 вида), наименьшее — в пруду № 8 (7 видов).

В результате химического анализа образцов воды было выявлено, что *pH* на исследуемых участках варьирует от 7,3 до 8,5 (вода является слабощелочной). Содержание нитратов в прудах № 5 и 10 превышает значение ПДК в 1,1 раз. В пруду № 8 обнаружено превышение ПДК по хлоридам и сульфатам. Показатели цветности превышают допустимый уровень ПДВ на 3 исследуемых участках: пруд № 5, 8, 10.

Планктонные водоросли являются индикаторами экологического состояния водной среды. На участке пруд № 10 в составе планктонного сообщества, также, как и на участке пруд № 8 отмечено значительное количество видов-индикаторов органического загрязнения, примером чего является присутствие в воде гониума пекторального (*Gonium pectorale* MÜLLER).

На участках пруд № 11 и пруд № 5 преобладают бетамезосапробные виды

(рис. 1), к ним относятся: *Tetradesmus wisconsiensis*, *Gonium pectorale*, *Scenedesmus falcatus*, *Sphaerocystis planctonica* и др.

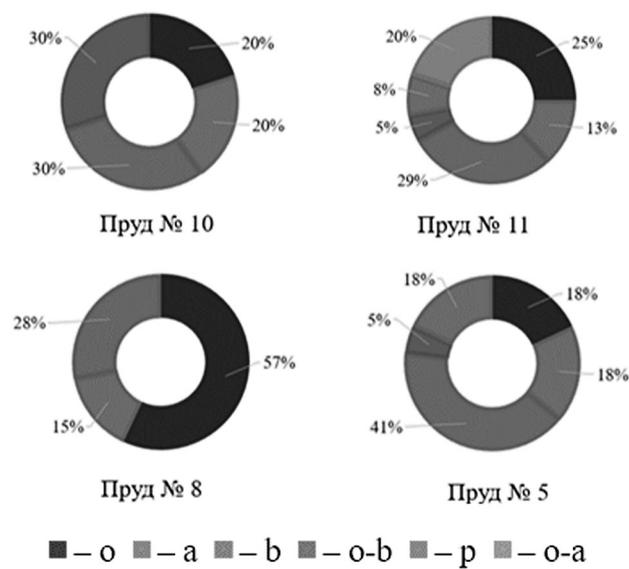


Рис. 1. Распределение фитопланктона по участкам:

a — альфамезосапробные; *b* — бетамезосапробные; *o* — олигосапробные; *p* — полисапробные; *o-a* — олиго-альфамезосапробные; *o-b* — олиго-бетамезосапробные

На участке пруд № 10 доминируют олиго-бетамезосапробные и бетамезосапробные виды, к которым относятся *Spirulina massartii*, *Cyclotella quadriuncta*, *Lyngbya aestuarii*. Пруд № 8 характеризуется высоким содержанием олигосапробных видов (*Oocystis rhomboidea*, *Dactylococcopsis irregularis*, *Dactylococcopsis acicularis*) (рис. 1).

По отношению к уровню *pH* среды в фитопланктоне водоёмов окрестностей ст-цы Ленинградской пруд № 8 характеризуется высоким содержанием индифферентов — 81 % (рис. 2). К ним относятся: *Anabaena affinis*, *Gonium pectorale*, *Tetradesmus wisconsiensis* и др. Пруд № 11 содержит большое количество алкалифилов, на долю которых приходится 55 % от общего числа видов индикаторов данного участка. К ним относятся: *Oocystis rhomboides*, *Dactylococcopsis irregularis*, *Dactylococcopsis acicularis* и др.

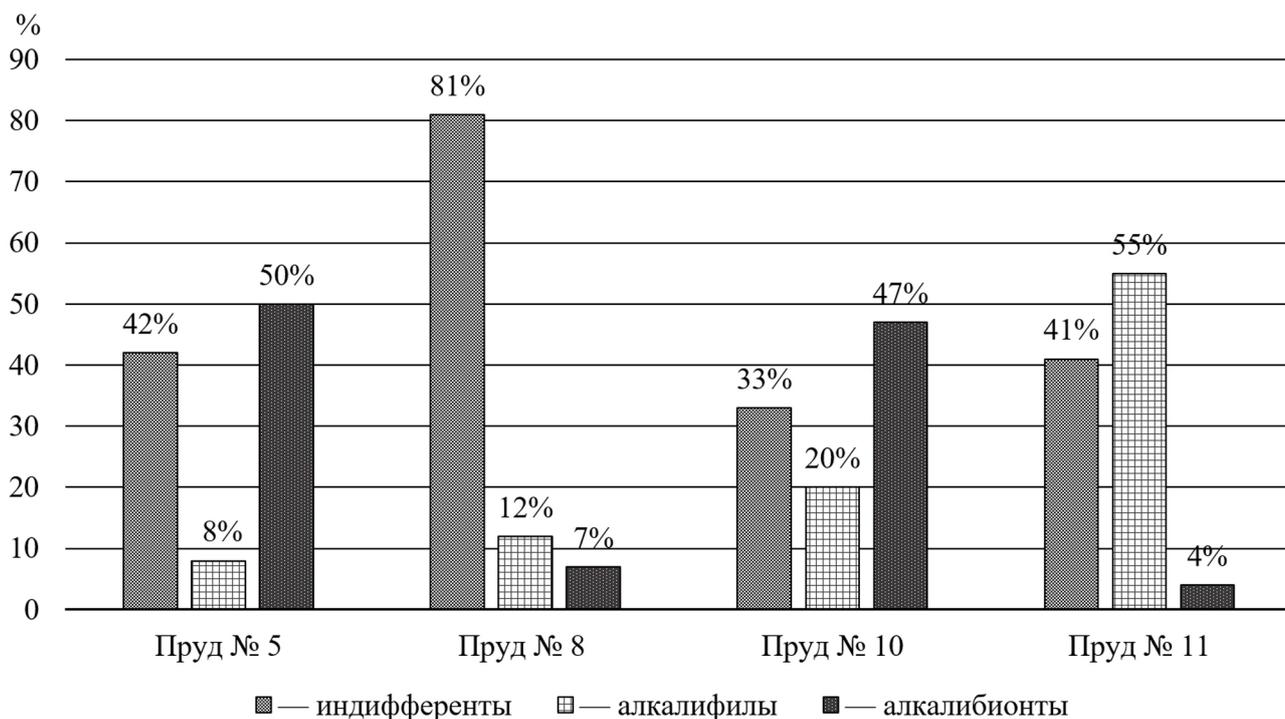


Рис. 2. Процентное соотношение фитопланктона по отношению к уровню *pH* по участкам

Наименьшее количество алкалибионтов (16 %), эта группа была выявлена на двух участках: пруд № 11 и пруд № 8, включает в себя такие виды как: *Ulothrix variabilis*, *Euglena polymorpha* и др.

В результате исследований можно

сделать вывод, о том, что при поступлении хозяйственно- бытовых сточных вод увеличивается общая биомасса и снижается видовое разнообразие фитопланктона. При этом происходит перестройка структуры доминирующих комплексов.

Библиографический список

Гуревич А.А. Пресноводные водоросли (определитель): пос. для учителя. — М.: Просвещение, 1966. — 112 с.

Иванова В.В. Особенности гидрографии реки Кубань и степень её загрязнения // Экологический вестник Северного Кавказа. — 2012. — Т. 8, № 1. — С. 80—84.

Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: учебник / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренок, К.А. Молчанова. — СПб.: Лань, 2017. — 416 с.

УДК [581.526.325:594.121/.124-153](262.5)

РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В СПЕКТРЕ ПИТАНИЯ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)В. С. Маркова^{1,3}, Н. В. Поспелова^{1,2}, А. С. Приймак²¹Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиал ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Россия²ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Россия³Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия
E-mail: nikasergeevnamarkova@mail.ru

Фитопланктон лежит в основе трофических связей морских экосистем. В частности, он является кормовой базой моллюсков, активно культивируемых в Чёрном море, таких как мидия *Mytilus galloprovincialis* LAM. и устрица *Magallana gigas* THUN. Ввиду активного развития аквакультуры в России, в частности — в прибрежной зоне Севастополя, является актуальным изучение роли микроводорослей в спектре питания данных моллюсков для контроля качества продукции мариферм и оценки перспектив развития марикультуры в исследуемых акваториях (Марикультура мидий ..., 2007).

Стабильное развитие марикультуры в Черноморском регионе связано с обеспеченностью моллюсков питанием, что зависит от динамики развития фитопланктона в районе расположения марифермы: от качественно-количественных характеристик микроводорослей (Исследования микрофитобентоса ... , 2017).

В данной работе представлены данные о качественно-количественных характеристиках микроводорослей в районе размещения мидийно-устричной фермы в бухте Ласпи (Севастополь) и содержания фитопланктона в желудках мидии *Mytilus galloprovincialis* LAM. и устрицы *Magallana gigas* THUN. в сезонном аспекте. Исследование проводилось с февраля по ноябрь 2021 г. с использованием стандартных гидробиологических методов (Поспелова, Приймак, 2021). Для определения уровня сходства или различия между составом фитопланкто-

на в воде и содержимым желудков мидий и устриц использовали индекс сходства Брея-Кертиса, который рассчитывали с помощью программного пакета PAST 4.03 (PAleontological STATISTICS), основываясь на присутствии / отсутствии видов в морской воде и желудках моллюсков.

В период исследований в акватории фермы обнаружен 31 вид микроводорослей, из них диатомовые составляли 13 видов, динофитовые — 12, другие — 6. Численность фитопланктона в акватории фермы колебалась от 0,5 до 74,4 тыс. кл./м³. Значения биомассы составляли 3,9—378 мкг/л. По численности и биомассе в весенне-летний период доминировали динофитовые микроводоросли, в осенне-зимний период — диатомовые.

В желудках мидий товарного размера (длина раковины > 5 см) было обнаружено 47 видов микроводорослей, из них 19 из группы динофитовых, 24 — диатомовых и 4 вида — из других таксономических групп. Наибольшее видовое разнообразие микроводорослей в желудках мидий отмечено в весенний сезон (всего 44 вида). Минимальное видовое разнообразие наблюдалось зимой. Численность фитопланктона в желудках мидий варьировала от 1 807 до 25 250 кл./экз. моллюсков. Значения биомассы составляли 11,5—212,1 мкг/экз. По численности и биомассе в течение всего года доминировали микроводоросли группы динофитовых.

В желудках устриц было обнаружено 11 видов микроводорослей, из них 8 из

группы динофитовых, 3 — диатомовых. Численность фитопланктона в желудках устриц колебалась от 20 до 3453,34 кл./экз. Наибольшее видовое разнообразие микроводорослей в желудках устриц отмечено в весенний сезон (всего 23 вида), преобладали виды из группы динофитовых. Минимальное видовое разнообразие наблюдалось осенью. Значения биомассы составляли 0,08—28,98 мкг/экз. По численности и биомассе в течение всего года доминировали микроводоросли группы динофитовых.

Индекс сходства между составом фитопланктона в акватории марифермы и желудков мидий составил 0,15—0,58, желудков устриц — 0,18—0,38, что свидетельствует о низком уровне сходства флор и косвенно указывает на избирательность моллюсков по отношению к отдельным видам микроводорослей.

Таким образом, в желудках мидий отмечено более высокое разноо-

бразие микроводорослей по сравнению с фитопланктоном, тогда как в желудках мидий число видов микроводорослей ограничено, что свидетельствует о более высокой степени избирательности устриц. В планктоне в осенне-зимний период доминировали диатомовые водоросли, в весенне-летний — динофитовые, рацион мидий и устриц круглогодично представлен динофитовыми.

Работа выполнена в рамках темы госзадания НИЦ ПСГ — филиала ФИЦ ИнБЮМ «Оценка и развитие рыбохозяйственного потенциала перспективных районов северного Причерноморья» (№ 125012100509-6) и темы госзадания ФИЦ ИнБЮМ «Комплексное исследование механизмов функционирования морских биотехнологических комплексов с целью получения биологически активных веществ из гидробионтов» (№ 124022400152-1).

Библиографический список

Исследования микрофитобентоса эпизоона *Mytilus galloprovincialis* Лам., фитопланктона и гидролого-гидрохимических характеристик акватории мидийной фермы (Севастополь, Чёрное море) / Л.И. Рябушко, Н.В. Пospelова, Д.С. Балычева, Н.П. Ковригина, О.А. Троценко, С.В. Капранов // Морской биологический журнал. — 2017. — № 2(4). — С. 67—83.

Марикультура мидий на Чёрном море / ред. В.Н. Иванов. — Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2007. — 314 с.

Пospelова Н.В., Приймак А.С. Особенности питания мидии *Mytilus galloprovincialis* Лам., культивируемой в прибрежье г. Севастополя // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского — Природного заповедника РАН. — 2021. — № 1 (17). — С. 24—34.

УДК 589.76

**КАЧЕСТВО ВОД В ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ
ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

А. Е. Чернова, Л. К. Говоркова

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

Качество воды является одним из важных аспектов водоснабжения в циркуляционных установках. Оно непосредственно влияет на безопасность и здоровье 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 рыб. Качество воды в установках с рециркуляцией воды зависит от нескольких факторов, включая исходное качество воды, применяемую технологию выращивания рыбы и эффективность работы блока очистки. В процессе выращивания рыбы наблюдаются естественные процессы биологической очистки, которые в определённых пределах не оказывают отрицательного влияния на рост и развитие рыбы. Однако основными аспектами обеспечения высокого качества обработки воды являются рециркуляция, фильтрация и химическая обработка (Лебедева, 1917).

Методы оценки микробиологического качества воды: для оценки микробиологического качества воды в циркуляционных установках 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 и санитарно-показательных микроорганизмов (Кузьмин, 2011).

Одним из таких показателей является общее микробное число, которым называют количество микроорганизмов в 1 мл жидкости. При определении ка-

чества 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 (Волков, 2012; Горшков, 2014).

Материалом для исследования послужили пробы воды, взятые из бассейнов циркуляционной установки. В двух бассейнах выращивались только тилляпии, а ещё в одном тилляпии и караси. Плотность посадки соответствовала норме. Длина тилляпий в среднем составляла 40 см, а карасей 20 см. Кормление рыб проводилось один раз в день.

Видовой состав микрофлоры водной среды во всех бассейнах представлен бактериями родов *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Escherichia*. Они являются постоянными представителями микрофлоры воды, но при увеличении их численности они становятся потенциально опасны с точки зрения возникновения инфекционного заболевания при различных изменениях норм содержания и кормления рыбы в бассейнах.

В третьем бассейне, при совместном содержании тилляпий и карасей были обнаружены представители дрожжеподобных грибов рода *Candida*. Обна-

ружение грибов рода *Candida* в пробах воды, возможно, связано с тем, что не съеденный корм оседает на дно бассейна и начинает разлагаться как раз под действием этих микроорганизмов, которые при этом увеличивают свою численность и сопровождают этот процесс. При увеличении их количества, они обнаруживались в пробах воды при посеве на плотные питательные среды.

Для оценки качества водной среды в бассейнах определялось по следующим микробиологическим показателям: общее микробное число; количество колиформных бактерий. Для исследования воды по микробиологическим показателям отбор проб, посев, инкубация и количественный учёт бактерий производились по стандартной методике (Санитарно-микробиологический ... , 2005; Гигиенические требования ... , 2007).

В бассейне № 1 было обнаружено наименьшее количество общего микробного числа и количество колиформных бактерий, что составило 9 152 КОЕ/мл и 4 098 КОЕ/мл соответственно. Наибольшее количество этих показателей было зафиксировано в бассейне при совместном выращивании тилляпий и карасей: количество общего микробного числа составило — 13 593 КОЕ/мл, а количество колиформных бактерий составило — 7 400 КОЕ/мл. Такое распределение количества санитарно-показательных микроорганизмов в бассейнах, возможно, связано с количеством содержания тилляпий в бассейнах: в первом их 7 шт., во втором их 11 шт., а в третьем их меньше, чем в первом и во втором — 6 шт., но совместно с ними содержатся ещё и 6 шт. карасей.

Степень загрязнения воды проводили по методике В.В. Аникиева, где различают три зоны сапробности (Аникиев, 1983):

1) олигосапробная — содержит небольшое количество бактерий — от 10 до 1 000 в 1 мл;

2) мезосапробная — зона более за-

грязнённой воды, где происходит распад белков и углеводов. Количество бактерий в 1 мл этой воды достигает 100 000;

3) полисапробная — зона сильнейшего загрязнения, где резко выражены гнилостные процессы анаэробного типа. Число бактерий доходит до 1 000 000 и более в 1 мл.

В связи с тем, что общее микробное число, сапрофитные бактерии и колиформные бактерии являются санитарно-показательными микробиологическими характеристиками качества воды, то по их количественным значениям качество воды в циркуляционной установке можно отнести к мезосапробной зоне.

В из целях из поддержания в дальнейшем благополучной эпизоотической обстановки и в на циркуляционной установке и в качестве рекомендаций предлагаются следующие и профилактические мероприятия:

— соблюдение ну комплекса во ветеринарно-санитарных из правил, к направленных из на на предотвращение и внесения ну в из систему из возбудителей из заболевания;

— дезинфекция бассейнов, инвентаря и рыбоводных сооружений;

— соблюдение плотности посадки рыбы в бассейны;

— кормление рыбы качественными и полноценными кормами, обогащёнными витаминсодержащими добавками и микроэлементами;

— за обязательный к карантин ну для и рыб за и из их во антипаразитарная за обработка ну перед за посадкой за в за рыбоводные он ёмкости;

— постоянный контроль за температурным и кислородным режимом;

— соблюдение норм качества воды в водоисточнике;

— возможно применение иммунологического подхода в борьбе с болезнями (вакцинация и иммунотерапия) (Казанцева, 1918).

В целом, результаты исследования указывают на необходимость тщатель-

ного контроля микробиологических характеристик воды в циркуляционных установках. Обеспечение высокого микробиологического качества воды в циркуляционных установках является важным аспектом успешного выращивания тилапии. Это позволит снизить риски заболеваний рыбы, повысить её рост и развитие, а также обеспечить безопас-

ность пищевого продукта для конечных потребителей.

Дальнейшее исследование и применение рекомендаций по улучшению микробиологического качества воды позволят совершенствовать процессы выращивания тилапии в циркуляционных установках и способствовать развитию аквакультурного производства.

Библиографический список

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

Волков В.В. Микробиологический анализ воды в системах аквакультуры // Рыбоводство. — 2012. — Т. 39, № 6. — С. 677—686.

Гигиенические требования к охране поверхностных вод: Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.1.5.980-07). — М.: Федеральный центр госэпиднадзора Минздрава России, 2007. — 51 с.

Горшков А.К. Микробиологические показатели воды в системе замкнутого цикла для выращивания тилапии // Аквакультура. — 2014. — Т. 20, № 4. — С. 401—408.

Казанцева Е.А. Оценка микробиологической безопасности воды в системах замкнутого цикла // Водные ресурсы и водоочистка. — 2018. — Т. 25, № 4. — С. 356—365.

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

Лебедева М.А. Микробиологические показатели воды в прудах для выращивания тилапии // Водные и биологические ресурсы. — 2017. — Т. 44, № 4. — С. 389—398.

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

УДК 589.76

МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ ВОДООБОРОТАЛ. К. Говоркова¹, А. Е. Чернова², О. К. Анохина²¹Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия²Государственный комитет Республики Татарстан по биологическим ресурсам, г. Казань, Россия

E-mail: govorkovagoncharenko@mail.ru

Развитие индустриального рыбодства с использованием установок с замкнутым циклом водооборота требует комплексного подхода, включающего не только знания биологии разводимых объектов, технологий их выращивания, методов очистки воды, а также сбалансированности и качества кормов, но и глубокого понимания закономерностей формирования микробных сообществ и их функционирования в таких системах (Пономарев, 2006).

Микрофлора в замкнутых системах состоит из двух взаимосвязанных групп: микрофлоры окружающей среды и аутофлоры макроорганизмов. Главной особенностью микробных популяций в установке с замкнутым циклом водооборота является динамическое изменение её видового состава. Это обусловлено ограниченным числом микроорганизмов, участвующих в формировании микробных сообществ, что делает систему более чувствительной к сдвигам в микробиологической среде (Новикова, 1991). Такие изменения могут приводить к созданию условий для колонизации макроорганизмов новыми видами микробов, зачастую патогенным. В результате у рыб и других гидробионтов повышается численность патогенных штаммов аутофлоры, что увеличивает риск развития заболеваний (Ивчатов, 2013).

В условиях замкнутых систем баланс микробных сообществ является критически важным для поддержания здоровья гидробионтов. Нормальная микрофлора у рыбы — это саморегулирующаяся система, которая способствует защите организма от патогенов и участвует в обменных процессах (Микробиота ...,

2021). Однако даже облигатные представители микрофлоры могут оказывать отрицательное влияние за счёт конкуренции за питательные вещества или нарушения баланса при неправильных условиях содержания (Ихтиопатология, 2010).

На начальных этапах эксплуатации замкнутых систем наблюдаются адаптационные изменения аутофлоры кожных покровов и кишечника рыб. В здоровой рыбе или только что погибшей особи микрофлора обнаруживается на поверхности тела, жабрах и внутри желудочно-кишечного тракта. Количество бактерий на поверхности тела и жабрах может достигать больших значений и варьировать от 10^2 до 10^7 КОЕ/мг, что зависит от факторов окружающей среды и условий содержания. Факторы, влияющие на колонизацию микроорганизмами кишечника рыб, включают температуру воды, солёность, состав корма и его компоненты, строение кишечника и условия его обитания, а также взаимодействия между различными группами бактерий внутри кишечника. Использование антибиотиков также существенно влияет на состав микрофлоры (Госманов, 2011).

Результаты исследований, проведённых нами на наличие микроорганизмов в бассейнах при выращивании рыб в установках с замкнутым водооборотом, показали присутствие условно-патогенной бактерии *Aeromonas hydrophila* у рыб. Также было выявлено присутствие бактерий рода *Bacillus* — нормальной составляющей микрофлоры гранулированных кормов. Обнаружение бактерий рода *Bacillus* связано с длительным пре-

быванием кормовых гранул в воде взрослых ёмкостей.

Состав микрофлоры кожи и жабр формируется преимущественно за счёт микроорганизмов водной среды — ассоциаций бактерий родов *Aeromonas*, *Pseudomonas* и др. Эти микроорганизмы могут играть как защитную роль (например, конкурируя с патогенами), так и способствовать развитию заболеваний при нарушении баланса.

Для возникновения болезни у рыб необходимо взаимодействие трёх факторов: восприимчивости хозяина (его иммунного статуса), вирулентности возбудителя (патогенности микроорганизма) и условий окружающей среды (температуры, солёности, качества воды). Наиболее патогенными для рыб считаются представители родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* — именно эти бактерии были обнаружены у исследуемых особей.

Таким образом, управление микробными сообществами в замкнутых системах является ключевым аспектом профилактики заболеваний и обеспечения стабильной работы системы. Это включает в себя мониторинг состава микрофлоры воды и гидробионтов, применение методов биологической очистки воды (например, использование пробиотиков или биофильтров), а также оптимизацию условий содержания для снижения риска развития патогенных штаммов.

Комплексный подход к контролю за микробиологическим состоянием системы позволяет повысить эффективность промышленного рыбоводства с использованием установок с замкнутым циклом водооборота и обеспечить здоровье выращиваемых гидробионтов на долгосрочной основе.

Библиографический список

- Госманов Р.Г. Микробиология. — СПб.: Лань, 2011. — 496 с.
- Ивчатов А.Л. Химия воды и микробиология. — М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. — 218 с.
- Ихтиопатология / Н.А. Головина [и др.]; под ред. Н.А. Головиной. — М.: Колос, 2010. — 512 с.
- Микробиота водной среды и радужной форели при выращивании в УЗВ / Ф.М. Шакирова, Л.К. Говоркова, О.К. Анохина, Г.Д. Валиева // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2021. — № 6. — С. 68—79.
- Новикова О.В. Санитария и гигиена в рыбоводстве. — М.: Агропромиздат, 1991. — 96 с.
- Пономарев С.В. Индустриальная аквакультура: учебник. — М.: Моркнига, 2006. — 312 с.

УДК 574.2

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ Г. КАЗАНИ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ЕГО ОЦЕНКИ

М. Э. Гордеева, Э. Ф. Зиганшин

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

Водные экосистемы, расположенные внутри городской черты, являются водоёмами многоцелевого использования и испытывают разную степень антропогенное воздействия. При этом, естественные водоёмы чаще всего относятся к категории рыбохозяйственных, что приоритизирует проведение экологического мониторинга состояния водного объекта. По данным Министерства экологии и природных ресурсов РТ государственный мониторинг поверхностных вод проводится на 64 водных объектах в РТ: на 46 реках, 8 прудах, 10 озёрах (О состоянии ... , 2024). Мониторинг проводится по таким показателям как *pH*, концентрация растворенного кислорода, ХПК, БПК₅, ионы аммония, нитриты, нитраты, хлориды, сульфаты, фосфат ионы, нефтепродукты, фенол, железо, медь, никель, цинк, марганец, сухой остаток — 18 показателей (О состоянии ... , 2024).

Преимущественно все воды водных объектов г. Казани в 2023 г. оценены как грязные: вода р. Волга внутригородской черты была оценена по классу качества как 4а (грязная), р. Казанка (в пределах 3-ей транспортной дамбы) — 4а (грязная), оз. Изумрудного (Кировский район г. Казани) — 4а (грязная). Основное превышение ПДК в воде в 2023 г. наблюдалось по марганцу, железу, сульфатам, нитритам, ионам аммония, никелю. В оз. Средний Кабан отмечались единичные превышения по иону аммония и никелю, также наблюдалось превышение по сульфатным анионам, органическим веществам, оценённым по ХПК и БПК₅, соединениям меди, марганца, летучих фенолов, азоту нитритному (12,9 ПДК) — класс качества 4а (грязная). В оз. Верхний Кабан, испытывающего ми-

нимальную антропогенную нагрузку из представленных, наблюдалось 1 превышение ПДК по иону аммония (О состоянии ... , 2024).

Литературные данные показывают, что основными причинами поступления марганца, железа и никеля в природные воды являются недоочищенные сточные воды предприятий химической и металлургической промышленности, переизбыток поступающих удобрений на сельскохозяйственных угодьях, который не усвоился растениями (Испытательный центр Нортест). Если металлургическая промышленность не получила особое распространение в г. Казань, то химическая и нефтехимическая отрасли являются наиболее развитыми (86 объектов) (Министерство промышленности ...). Причиной поступления органических соединений в поверхностные воды — это бытовые сточные воды и агропромышленные предприятия. В связи с этим необходимы эффективные, в первую очередь биологические, способы борьбы с превышениями концентраций органических соединений в воде и тяжёлыми металлами, а также новые экспресс-методы мониторинга состояния экосистем.

Одним из биологических способов снижения концентрации тяжёлых металлов в воде является создание биофлекса, в основе которого положен механизм доочистки с помощью высшей водной растительности, например роголистника и элодеи (Загустина, 2009). В настоящее время применяются и технологии по очистке сточных вод с использованием аналогичных биотехнологий от органических соединений, что подтверждается научными статьями и патентами в данной области.

В качестве нового подхода к оценке уровня органического загрязнения в воде предлагается использовать показатель суммарной антиоксидантной активности (Калайда, 2024). Суммарная антиоксидантная активность (САОА) — это обобщённый показатель способности водной среды или биологических объектов противостоять окислительному стрессу. В некоторых источниках встречаются понятия САОА как интегрального биомаркёра, отражающего окислительно-восстановительного статуса экосистемы (Карпова, 2021).

По литературным данным антиоксидантная активность может быть индикатором наличия органических соединений с восстановительным потенциалом, уровня микробиологической активности и реакцией водной системы на антропогенные нагрузки и стресс-факторы (Карпова, 2021). Повышенные значения суммарной антиоксидантной активности могут свидетельствовать о присутствии гумусовых веществ или аллохтонной органики, тогда как сниженные — о дефиците биологических антиоксидантов и повышенной активности свободных радикалов.

Это подтверждается и нашими исследованиями (Калайда, Гордеева, 2021, 2024). Для экспресс-метода диагностики состояния водных экосистем, в том числе для задач аквакультуры, была соз-

дан индекс структуры воды (Калайда, Гордеева, 2021), учитывающий САОА и окислительно-восстановительный потенциал:

$$I_{\text{св}} = \frac{(C_B \times \text{CAOA}) \times K_T}{K}$$

где C_B — частота встречаемости кластера воды (в долях); CAOA — значение суммарной антиоксидантной активности (мг Ru на 1 дм^3); K_T — коэффициент трофии (0,5 — дистрофные водоёмы; 1 — олиготрофные водоёмы; 2 — мезотрофные водоёмы; 3 — эвтрофные водоёмы); K — количество выделенных кластеров в анализируемом образце.

В дальнейшем предлагается использовать его как основу в классификации вод при их комплексном использовании.

Таким образом, увеличение антропогенной нагрузки влечёт необходимость разработки как современных методов экспресс-диагностики состояния водных экосистем, так и биотехнологических способ снижения антропогенного воздействия на водоём. Одним из перспективных комплексных показателей, требующих проведения дополнительных исследований в области применения в качестве оценки состояния водных экосистем является суммарная антиоксидантная активность.

Библиографический список

Биоплато как способ доочистки дренажных вод города и сточных вод промышленных предприятий / М.Л. Калайда., Л.К. Говоркова, С.Д. Загустина (Борисова), М.Ф. Хамитова // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. — 2009. — № 7-8. — С. 123—129.

Испытательный центр Нортест. URL: <https://nortest.pro/stati/voda/marganec-v-stochnyh-vodah.html>.

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.

Карпова Е.А., Глазунов Е.В. Использование антиоксидантных показателей

для оценки состояния водной среды // Вестник экологии и биотехнологии. — 2021. — № 2 (30). — С. 65—70.

Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан. URL: <https://mpt.tatarstan.ru/vedushchie-predpriyatiya-549308.htm>.

О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды в Республике Татарстан в 2023 году: государственный доклад. — Казань, 2024. — 402 с.

УДК 639(470.620)“2014/2024”

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА КРАСНОДАРСКОГО
КРАЯ В ПЕРИОД С 2014 ПО 2024 ГОД**

С. С. Ерошченкова, Э. Ю. Нагалеvский, Ю. Я. Нагалеvский
Кубанской государственной университет, г. Краснодар, Россия
E-mail: Sofya.eroshhenkova@mail.ru

Рыбохозяйственная отрасль Краснодарского края является неотъемлемой частью агропромышленного комплекса региона, играя ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, занятости населения и формировании экспортного потенциала. В период с 2014 по 2024 г. отрасль претерпела ряд существенных изменений трансформаций под воздействием как природных, так и социально-экономических факторов.

Основными рыбопромысловыми районами региона являются акватории Чёрного, Азовского морей и их водотоки, а также бассейн р. Кубань. Комплекс этих водных объектов образует Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн, включающий все водные массы имеющие рыбохозяйственное значение.

Ихтиофауна Чёрного моря, в границах Краснодарского края, насчитывает более 180 вида и подвида рыб. Из проходных малочисленны — лосось, осётр, белуга. Из донных — зеленушка, бычок, скорпена, морская собачка, рыба-игла, скат. Из крупных — сарган, кефаль, ставрида, скумбрия, которые перемещаются в течение года на огромные расстояния, в связи с размножением, нагулом, зимовкой.

С экологической точки зрения морские виды рыб условно подразделяются на четыре группы в зависимости от особенностей их жизненного цикла, миграционной активности и экологических предпочтений (Плотников, 1989.):

1. Чёрное море (постоянно обитающие) — черноморская ставрида, черноморская раса хамсы, черноморский шпрот, калкан.

2. Азовском море (зимующие и нерестящиеся) — азовская раса хамсы, керченская раса сельди.

3. Чёрное море (зимующие и нерестящиеся) — кефалевые виды, черноморская барабуля

4. Используемые Чёрное море в качестве нерестового и нагульного ареала, но зимующие, нерестящиеся в Мраморном и Эгейском морях — пелагида, скумбрия (Кузьминская, 1978).

Таким образом, рыбное хозяйство региона представляет собой динамическую систему, тесно связанную с экологическими условиями и межбассейновыми миграциями, что требует комплексного подхода к её управлению и устойчивому развитию (Чижов, Абаев, 1979).

Одним из наиболее существенных изменений в структуре водных биоресурсов Азово-Черноморского бассейна за последнее десятилетие стало резкое сокращение запасов традиционных промысловых видов рыб — хамсы, шпрота и тюльки (О состоянии ... , 2024). По данным на 2024 г., запасы снизились почти в три раза по сравнению с 2017 г., с 710 до 256 *тыс. т* (таблица).

Ключевыми факторами, обусловившими данный спад, является повышение солёности Азовского моря, а также устойчивое повышение температурных показателей в акватории Чёрного моря.

Изменения гидрологических параметров оказывают негативное влияние на процессы нереста и выживаемость молоди, что в долгосрочной перспективе снижает воспроизводственный потенциал популяций (О состоянии ... , 2024).

В ответ на ухудшение условий естественного воспроизводства и сокращение природных запасов, объёмы промышленного вылова рыбы в регионе сократилось почти в шесть раз. Для частичной компенсации убыли рыбного поголовья часть флота была переориентирована

Состояние запасов промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна в 2014—2023 гг., тыс. т

Вид водного биоресурса	2014 г.		2015 г.		2017 г.		2018 г.		2022 г.	2023 г.
	ПЗ	Воз-можн. вылов	ПЗ	ПЗ						
Азовское море										
Хамса азовская	250	80	240	14,15	200	223	185	234	80,9	92
Тюлька	240	50	220	7,28	230	1,41	230	9,23	94	—
Калкан азовский	0,01	—	0,6	0	0,08	0	0,012	0,0016	1,47	3
Бычки азовские	60	9,8	80	2,218	100	1,22	84	0,7	14	11
Сельдь черноморская	3,2	0,56	—	—	1,6	0,135	1,6	0,01	1,73	1
Пиленгас	3,9	0,9	2	0,221	1,2	1,95	1,2	0,16	3,4	10,9
Судак	0,55	0,055	—	—	—	—	—	—	—	—
Тарань	6	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Лещ	0,49	0,049	—	—	—	—	—	—	—	—
Рыбец	0,06	0,007	—	—	—	—	—	—	—	—
Чехонь	3	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—
Чёрное море										
Шпрот	70	18	280	26,1	280	6,3	260	3,875	67,2	65,1
Мерланг	2,1	0,7	15,86	0,024	7,8	4,5	7,8	0,2	3,0	3,0
Барбуля	0,8	0,03	1,99	0,55	2,5	0,33	7,8	0,56	—	—
Ставрида	7,3	2,4	10	1,34	10,5	1,34	11	0,3	19,0	22,7
Катран	0,7	0,07	1,64	0,057	1,64	0,015	1,64	0,006	1,7	1,7
Скаты	0,9	0,09	3,8	0,061	3,8	0,043	3,8	0,044	0,6	0,5
Атерина	6	0,7	—	—	260	0,1	6	0,002	1	0,8

на добычу каспийской кильки, ресурсы которой направляются на переработку в Краснодарский край.

На фоне снижения доступности природных водных биоресурсов все большее значение приобретает альтернативный источник — развитие аквакультуры (рис. 1).



Рис. 1. Участок ООО «НК «Приазовнефть» Таманского рыбозавода (2008 г.)

В Краснодарском крае объем производственной рыбы 2023 г. достиг 26,2 тыс. т, что на 20 % превышает показатели пятилетней давности.

Особое внимание в отрасли уделяется разведению ценных пород рыб — форели и осетровых видов (рис. 2).



Рис. 2. Форелевые хозяйства «Адлер» в бассейне р. Мзымта (2012 г.)

Производство форели в 2023 г. возросло на 159 % — с 1,8 до 2,9 *тыс. т.* Однако в 2024 г. объёмы снизились до 2 *тыс. т.*, что связано с дефицитом качественного посадочного материала и повышением цен на корма и оборудование, а

также нестабильная рыночная ситуация.

Несмотря на текущее снижение биозапаса и производства аквакультуры, в Краснодарском крае предпринимаются меры по поддержке и развитию данной отрасли.

Библиографический список

Кузьминская Г.Г. Чёрное море. — Изд. 8-е, испр. и доп. — Краснодар: Кн. изд-во, 1978. — 95 с.

О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2023 году: доклад. — Краснодар: [Б. и.], 2024. — 411 с.

Плотников Г.К. Животный мир Краснодарского края. — Краснодар: Кн. изд-во, 1989. — 271 с.

Чижев Н.И., Абаев Ю.И. Рыбы водоёмов Краснодарского края. — Краснодар: Кн. изд-во, 1979. — 95 с.

УДК 597.554.3

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ (*CARASSIUS GIBELIO*) КАНАЛА КУРКУЛДАК (УЗБЕКИСТАН)

Г. М. Исмадиллаева, У. Т. Мирзаев

Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,
Республика Узбекистан

E-mail: ismatillayevag@gmail.com

Серебряный карась — *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) является одним из наиболее распространённых представителей пресноводной ихтиофауны Евро-азиатского континента (Берг, 1949; Аннотированный каталог ... , 1998). Серебряный карась ранее встречался в нижнем течении рек Амударья и Сырдарья (Никольский, 1938). В 1951 г. серебряного карася завезли из рыбного хозяйства Савино Московской области (Россия) в рыбное хозяйство Ташкентской области с целью акклиматизации (Аманов, Холматов, Сибирцева, 1990).

Несмотря на то, что в литературе широко освещены сведения о серебряном карасе в водоёмах Узбекистана (Нуриев, 1971; Аманов, Холматов, Сибирцева, 1990), информация о карасе в ирригационных системах отсутствует. В связи с этим в данной статье представлены морфологическая характеристика серебряного карася кан. Куркулдак.

Материалы по морфологии серебряного карася были собраны в кан. Куркулдак (40°57'8.78"С, 68°47'24.29"В; 40°57'9.07"С, 68°47'24.11"В; 40°57'10.31"С, 68°47'21.62"В; 40°57'12.76"С, 68°47'19.36"В; 40°57'23.46"С, 68°47'21.15"В; 40°57'28.12"С, 68°47'20.24"В; 40°57'28.94"С, 68°47'20.35"В; 40°57'38.92"С, 68°47'54.15"В) ирригационной системы Салар (Ташкентская область, Чиназский район) в апреле—мае 2025 г. Измерение проводились на свежих рыбах по общепринятой методике (Правдин, 1966). При статистической обработке материала рассчитывали средний показатель признаков (M), его ошибку (m), средний квадратическое отклонение (σ), дисперсию (S^2) и коэффи-

циент вариации (Cv , %) (Лакин, 1990).

В статье приняты следующие обозначения признаков: l — длина тела рыбы; $l.l.$ — количество чешуй в боковой линии, $sp. br.$ — число жаберных тычинок, $vert.$ — число позвонков, D — лучей в спинном плавнике, A — лучей в анальном плавнике, P — лучей в грудном плавнике, V — лучей в брюшном плавнике, C — лучей в хвостовом плавнике; c — длина головы, ao — длина рыла, o — горизонтальный диаметр глаза, po — заглазничное расстояние, hc — высота головы, io — ширина межглазничного промежутка, H — наибольшая высота тела, h — высота хвостового стебля, aD — антедорсальное расстояние, pD — постдорсальное расстояние, lca — длина хвостового стебля, lD — длина основания спинного плавника, hD — высота спинного плавника, lA — длина анального плавника, hA — высота анального плавника, lP — длина грудного плавника, lV — длина брюшного плавника, $P-V$ — пектоцентрального расстояния; $V-A$ — вентроанальное расстояние.

Серебряный карась в кан. Куркулдак обитает в медленно текущих местах. В наших образцах длина тела серебряного карася составила от 14,6 до 26,6 см (в среднем $20,4 \pm 7,44$ см), а масса — от 114 до 416 г (в среднем $251,2 \pm 18,79$ г). Коэффициент упитанности по Фултону варьировал от 2,13 до 3,66, по Кларк — 1,43—2,67. В табл. 1 приведены показатели размерно-возрастного состава и коэффициенты упитанности серебряного карася кан. Куркулдак.

Согласно данным А.А. Аманова с соавторами (Аманов, Холматов, Сибирцева, 1990), меристические признаки серебряного карася следующие: D

Таблица 1

Размерно-возрастной состав и коэффициенты упитанности серебряного карася кан. Куркулдак

Возраст	Длина тела (<i>Lim/M</i>), см	Масса (<i>Lim/M</i>), г	Коэффициенты упитанности (<i>Lim/M</i>)		<i>n</i>
			по Фултону	по Кларку	
2+	(14,6—19,8)/16,9	(114—203)/151,3	(2,62—3,66)/3,14	(1,70—2,67)/2,23	9
3+	(19,4—25,0)/22,1	(197—336)/288,7	(2,15—2,99)/2,67	(1,43—1,78)/1,63	11
4+	(24,2—26,6)/25,6	(325—416)/373,0	(2,13—2,29)/2,22	(1,51—1,60)/1,57	4

III—IV 17—18, A III 5, *l.l.* 29—32, *sp. br.* 45—53. М.А. Абдуллаев, Д.У. Урчинов (1989) приводят следующие данные по меристическим признакам серебряного карася: *D* III—IV 16—18, *A* III 5—6, *l.l.* 27—31.

По нашим данным, показатели меристических признаков серебряного карася характеризуются следующим

образом: количество лучей в спинном плавнике — IV 17—18, в анальном плавнике — III 5, в грудном — I 14—16, в брюшном — I 7—8. Количество чешуи на боковой линии — 29—31, число жаберных тычинок — 41—51, позвонков — 29—30. Показатели морфологических признаков серебряного карася из кан. Куркулдак приведены в табл. 2.

Таблица 2

Меристические и пластические признаки серебряного карася кан. Куркулдак (*n* = 24)

Признак	<i>Lim</i>	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>σ</i>	<i>S</i> ²	<i>Cv</i> , %
1	2	3	4	5	6
<i>l</i> , см	14,60—26,60	20,74 ± 0,74	3,65	13,29	17,58
<i>D</i>	IV 17—18	17,42 ± 0,10	0,50	0,25	2,89
<i>A</i>	III 5	—	—	—	—
<i>P</i>	I 14—16	14,42 ± 0,15	0,72	0,51	4,98
<i>V</i>	I 7—8	7,29 ± 0,09	0,46	0,22	6,37
<i>l.l.</i>	29—31	29,21 ± 0,10	0,51	0,26	1,74
<i>sp. br.</i>	41—51	47,96 ± 0,50	2,46	6,04	5,13
<i>vert.</i>	29—30	29,38 ± 0,10	0,49	0,24	1,68
Отношение к длине тела (без <i>C</i>), %					
<i>c</i>	23,70—30,71	27,71 ± 0,37	1,83	3,34	6,59
<i>ao</i>	4,52—8,52	7,63 ± 0,20	0,96	0,92	12,58
<i>o</i>	3,63—4,59	4,26 ± 0,04	0,19	0,04	4,52
<i>po</i>	10,68—16,02	14,13 ± 0,26	1,29	1,67	9,15
<i>hc</i>	19,52—26,09	23,17 ± 0,35	1,70	2,90	7,36
<i>io</i>	8,70—12,89	11,52 ± 0,23	1,13	1,27	9,78
<i>H</i>	23,49—36,09	30,02 ± 0,83	4,04	16,35	13,47
<i>h</i>	12,60—18,20	15,55 ± 0,31	1,53	2,33	9,82
<i>aD</i>	43,49—52,59	47,70 ± 0,41	2,01	4,03	4,21
<i>pD</i>	18,70—27,78	24,11 ± 0,48	2,35	5,52	9,74
<i>lca</i>	13,49—24,40	20,16 ± 0,68	3,34	11,16	16,57
<i>lD</i>	25,48—41,69	36,33 ± 0,73	3,58	12,83	9,86
<i>hD</i>	25,48—41,69	34,45 ± 0,76	3,72	13,84	10,80
<i>lA</i>	8,90—13,31	11,54 ± 0,27	1,34	1,79	11,59
<i>hA</i>	12,67—19,81	17,36 ± 0,40	1,97	3,88	11,34
<i>lP</i>	15,38—22,58	18,61 ± 0,25	1,22	1,48	6,54
<i>lV</i>	13,89—16,92	15,22 ± 0,13	0,62	0,38	4,06
<i>P—V</i>	16,58—23,68	20,80 ± 0,37	1,81	3,27	8,70

1	2	3	4	5	6
V—A	22,53—32,52	28,88 ± 0,64	3,12	9,72	10,80
Отношение к длине головы, %					
ao/c	19,08—29,79	27,45 ± 0,48	2,37	5,60	8,62
o/c	14,32—16,46	15,40 ± 0,13	0,64	0,41	4,14
po/c	45,09—52,14	50,91 ± 0,37	1,80	3,24	3,54
hc/c	80,49—85,11	83,59 ± 0,23	1,12	1,25	1,34
io/c	36,31—43,26	41,49 ± 0,39	1,89	3,58	4,56

Пластические признаки серебряного карася подвержены значительной вариабельности. Наиболее изменчивы признакам являются — *ao*, *H*, *lca*, *hD*, *lA*, *hA*, *V—A*, умеренно изменчивыми — *po*, *hc*, *io*, *h*, *pD*, *lD*, *P—V*, *ao/c* остальные признаки (*c*, *o*, *aD*, *lP*, *lV*, *olc*, *polc*, *hclc*,

io/c) являются наименее изменчивыми. Таким образом результаты исследований показали, что коэффициенты варьирования большинства морфометрических признаков серебряного карася характеризуется довольно высокой и умеренной изменчивостью.

Библиографический список

- Абдуллаев М.А., Урчинов Д.У. Промысловые рыбы водоёмов низовьев р. Зарафшан. — Ташкент: Фан, 1989. — 69 с.
- Аманов А.А., Холматов Н.М., Сибирцева Л.К. Акклиматизированные рыбы водоёмов Узбекистана. — Ташкент: Фан, 1990. — 116 с.
- Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России = Annotated check-list of Cyclostomata and fishes of the continental waters of Russia / отв. ред. Ю.С. Решетников. — М.: Наука, 1998. — 218 с.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран: в 3 ч. — 4-е изд., испр. и доп. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — Ч. 2. — С. 468—925.
- Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 с.
- Никольский Г.В. Рыбы Таджикистана / под ред. Е.Н. Павловского. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938. — 228 с.
- Нуриев Х. Биология и рыбохозяйственное значение акклиматизированных видов рыб водоемов бассейна р. Зеравшан: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Ташкент, 1971. — 26 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 пром-ть, 1966. — 376 с.

УДК 597.551.21:502.51(470.620)

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЫБЕ ИЗ КАРАСУНСКОГО ОЗЕРА (Г. КРАСНОДАР)

М. А. Козуб

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: mariya.kozub@mail.ru

Определение величины воздействия токсикантов на водную экосистему является сложнейшей проблемой мониторинга. Применение только гидрохимических методов не даёт полной картины экотоксикологической ситуации, складывающейся на водном объекте, необходимо учитывать, также влияние загрязнителей на гидробионтов.

Тяжёлые металлы являются опасными поллютантами, представляющими интерес для экологического мониторинга. Тяжёлые металлы в сравнительно малых концентрациях могут оказывать прямое токсическое воздействие на водные организмы, а также опасные отдалённые биологические последствия (мутагенное, эмбриотоксическое, гонадотоксическое и др.). Накопление тяжёлых металлов в гидробионтах однозначно можно считать признаками нарастающей токсификации. Для тяжёлых металлов не характерны механизмы самоочищения — они лишь перераспределяются из одного объекта в другой, взаимодействуя с различными категориями живых организмов. Рыбы являются конечными звеньями трофических цепей в водных экосистемах, именно поэтому в этих гидробионтах следует ожидать максимального накопления токсичных веществ (Врочинский, Перевозников, 1990; Голованова, 2008).

Цель настоящей работы: оценить накопление тяжёлых металлов и металлоидов (свинец, ртуть, кадмий, мышьяк) в тканях рыбы из Карасунского озера и изучить особенности распределения этих поллютантов.

Материал и методы

Объектом исследования являлось одно из Карасунских озёр, расположенное возле ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». Карасунские озёра являются частью урбоэкосистемы г. Краснодара, которые подвержены различным антропогенным воздействиям, в результате чего нарушаются процессы саморегулирования и самоочищения водной экосистемы, происходит эвтрофирование.

Для анализа на содержание приоритетных загрязнителей были выбраны три вида рыб, входящих в состав ихтиоценоза Карасунского озера: окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis* LINNAEUS, 1758), сазан (*Cyprinus carpio* LINNAEUS, 1758) и карась серебряный (*Carassius gibelio* ВЛОСН, 1782). Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Пряхин, 2008). Краткая биологическая характеристика видов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Биологическая характеристика рыб из Карасунского озера

Вид рыбы	AB (Min—max), см	AD (Min—max), см	Масса (Min—max), г	Возраст (Min—max), год
Окунь обыкновенный (<i>Perca fluviatilis</i>)	23,0—28,6	16,0—24,5	204—478	2—3
Сазан (<i>Cyprinus carpio</i>)	41,2—50,0	31,3—40,5	1138—1900	3—4
Карась серебряный (<i>Carassius gibelio</i>)	26,5—28,2	20,4—22,6	615—780	2—3

Тяжёлые металлы определялись в мышцах рыб. Ихтиологический материал и вода из Карасунского озера отбирались в один и тот же вегетационный период (весной 2024 г.). Анализ отобранного ихтиологического материала на содержание токсикантов проведён методом беспламенной атомной абсорбции (для определения ртути), атомно-абсорбционным методом (для определения кадмия и свинца), колориметрическим методом (для определения мышьяка). За нормативы содержания исследуемых веществ в рыбах принимали гигиенические характеристики содержания токсикантов в пищевых продуктах (СанПиН 2.3.2.1078-01). Критерием оценки содержания исследуемых тяжёлых металлов в воде являлись их предельно допустимые концентрации для воды рыбохозяйственных водоёмов (Об утверждении нормативов ... , 2016).

Результаты и обсуждение

Аналитически обнаруживаемые концентрации ртути и мышьяка не были отмечены ни для одного исследуемого вида рыб из Карасунского озера (табл. 2).

Аналитические обнаруживаемые концентрации свинца были отмечены для всех изучаемых видов рыб. В мышцах карася серебряного и сазана содержание свинца не превышало нормативных значений. В мышцах окуня была отмечена кратность превышения свинца допустимых уровней в 1,2 раза. Исследу-

емые виды рыб могут быть расположены в следующем ряду по мере увеличения накопления свинца: карась серебряный < сазан < окунь.

Также концентрации кадмия были отмечены у всех трёх видов рыб, значения не превышали допустимый уровень этого тяжёлого металла. В окуне концентрация кадмия была выше, чем у карася и сазана, и находилась почти на пороге превышения допустимого уровня. Рыбы по содержанию кадмия могут быть расположены в следующем ряду по мере увеличения накопления этого тяжёлого металла: карась серебряный < сазан < окунь.

Обнаруженное в наших исследованиях распределение тяжёлых металлов в рыбах указывает на то, что хищными видами аккумулируется поллютантов больше, что связано с расположением этих рыб на более высоких трофических уровнях в пищевых цепях.

Следовые концентрации ртути и мышьяка у трёх исследуемых видов рыб могут указывать на незначительные концентрации этих веществ в воде Карасунского озера. Поэтому в воде данного водного объекта определяли содержание свинца и кадмия. В воде содержание кадмия оказалось ниже границы диапазона методики измерений. Содержание свинца было выше порога определения и не превышало нормативных значений ($0,00089 \pm 0,00029 \text{ мг/дм}^3$).

Для свинца был определён коэффициент накопления (Об утверждении Ме-

Таблица 2

Содержание тяжёлых металлов и мышьяка в мышцах рыб Карасунского озера, мг/кг

Токсичный элемент	Допустимые уровни	Содержание элемента в рыбе		
		Карась серебряный	Сазан	Окунь обыкновенный
Свинец	не более 1,0	$0,64 \pm 0,17$	$0,86 \pm 0,17$	$1,21 \pm 0,17$
Мышьяк	не более 1,2	менее 0,0025	менее 0,0025	менее 0,0025
Кадмий	не более 0,2	$0,070 \pm 0,03$	$0,074 \pm 0,03$	$0,190 \pm 0,06$
Ртуть	не более 0,3 (нехищная) / не более 0,6 (хищная)	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005

тодических ... , 2009). Для расчёта этого коэффициента учитывается содержание свинца в воде и в рыбе (табл. 3).

Таблица 3
Коэффициент накопления свинца рыбами

Вид рыбы	Коэффициент накопления	Степень накопления
Карась серебряный	719	высокая
Сазан	966	высокая
Окунь обыкновенный	1359	сверхвысокая

Для карася и сазана в Карасунском озере отмечена высокая степень накопления свинца, а для окуня — сверхвысокая.

Наибольшая степень биоаккумуляции для рыб из Карасунского озера отмечена для свинца. Так как этот тяжёлый

металл отмечен во всех исследуемых видах рыб, его концентрации в мышцах были выше, чем у других токсикантов. Также превышение допустимого уровня свинца и сверхвысокая степень накопления металла отмечена для окуня обыкновенного.

Рыб из Карасунского озера можно расположить в следующие порядке по мере увеличения аккумуляции токсикантов: карась серебряный < сазан < окунь. В мышечной ткани элементы рыб по степени аккумуляции могут быть расположены в следующем ряду: Hg, As < Cd < Pb.

Таким образом, биоаккумуляция различных поллютантов определяется видовыми особенностями рыб, факторами среды различных экологических ниш, которые занимают эти виды, а также свойствами самих загрязнителей.

Библиографический список

Врочинский К.К., Перевозников М.А. Ихтиотоксикологическая характеристика химических веществ (пестициды, углеводороды, металлы, радионуклиды) // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. — 1990. — Вып. 313. — С. 3—15.

Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. — М., 2002. — 216 с.

Голованова И.Л. Влияние тяжёлых металлов на физиолого-биохимический статус рыб и водных беспозвоночных // Биология внутренних вод. — 2008. — № 1. — С. 99—108.

Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Минсельхоза № 552 от 13.12.2016.

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: Приказ Росрыболовства № 695 от 04.08.2009.

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.

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

УДК 591.524.12(262.5)“2024”

РАЗВИТИЕ МЕЗОЗООПЛАНКТОНА В ЭКОЛОГИЧЕСКИ РАЗНОРОДНЫХ УЧАСТКАХ АКВАТОРИИ НОВОРОССИЙСКОЙ БУХТЫ (ПОРТ, СРЕДНЯЯ И ОТКРЫТАЯ ЧАСТИ) ЧЁРНОГО МОРЯ В ИЮНЕ—ИЮЛЕ 2024 Г.В. Р. Кривонос¹, М. А. Козуб¹, Н. П. Ремизова²¹Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия²Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр КубГУ (НУНИМБЦ), г. Новороссийск, Россия

E-mail: valeriakrivosnos23@mail.ru

Зоопланктон — совокупность животных организмов, обитающих в толще воды и пассивно переносимых водным течением. Зоопланктон составляет основу питания рыб, участвует в процессах круговорота веществ, способствуя самоочищению загрязнённых вод. Его таксономический состав и количественное соотношение видов могут служить индикаторами качества прибрежных вод (Ремизова, 2021).

Зоопланктон акватории Новороссийской бухты развивается в условиях функционирования крупнейшего порта России, Новороссийского порта. Реакция зоопланктонного сообщества на хронический антропогенный стресс проявляется в перестройке его фаунистической структуры и количественных показателей. В этой связи изучение зоопланктона акватории Новороссийской бухты является актуальным.

Материал и методы

Материалом для исследований послужили 11 проб зоопланктона, собранные 4, 14 июня и 14 июля 2024 г. в трёх экологически разнородных участках Новороссийской бухты: в портовой части (станции «Кутузов» и «Западный мол»),

в средней части (станции «Городской пляж» и «НУТЭП»), в открытой части (станция «Мыс Дооб»). Сбор зоопланктона был осуществлён при помощи планктонной сети Джели (диаметр входного отверстия 25 см, размер ячеи 100 мкм) от дна до поверхности. Пробы фиксировали раствором формалина (Цыбань, 1980). Была проведена качественная и количественная обработка проб с помощью стереоскопического микроскопа МБС-10. Видовой состав зоопланктона определяли при помощи определителей (Определитель фауны ... в 3 т., 1968, 1969, 1972). Расчёт биомассы осуществлялся при помощи номограмм Л.Л. Численко (1968).

Результаты и обсуждение

Зоопланктон акватории Новороссийской бухты в июне—июле 2024 г. включал 21 таксономическую единицу: в «кормовом» зоопланктоне определены Copepoda (5 видов), Cladocera (4 вида), Chaetognatha (1 вид), Appendicularia (1 вид), в «некормовом» зоопланктоне — ноктилюка. В меропланктоне отмечены личинки десятиногих ракообразных, моллюсков, полихет, баянусов, форонид, гидрозов. Также отмечены изоподы и гарпактикоиды (таблица).

Состав зоопланктона Новороссийской бухты в июне—июле 2024 г.

Вид и таксономическая единица	04 июня			14 июня					24 июля		
	Кутузов	Западный мол	Пляж	Кутузов	Западный мол	Пляж	НУТЭП	Мыс Дооб	Кутузов	НУТЭП	Мыс Дооб
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
<i>Acartia (Acartiura) clausi</i> GIESBRECHT, 1889	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Acartia tonsa</i> DANA, 1848	+	—	—	—	—	+	—	—	+	+	+
<i>Centropages ponticus</i> KARAVAEV, 1895	—	—	—	—	+	—	+	—	+	+	+
<i>Oithona davisae</i> F.D. FERRARI & ORSI, 1984	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paracalanus parvus parvus</i> (CLAUS, 1863)	+	+	+	+	+	+	—	+	—	—	—
<i>Evadne spinifera</i> P.E. MÜLLER, 1867	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
<i>Penilia avirostris</i> DANA, 1849	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
<i>Pseudevadne tergestina</i> CLAUS, 1877	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
<i>Pleopis polyphemoides</i> (LEUCKART, 1859)	+	+	+	+	+	—	+	+	—	—	—
<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i> FOL, 1872	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>Parasagitta setosa</i> J. MÜLLER, 1847	+	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+
<i>Sarsia tubulosa</i> (M. SARS, 1835) larvae	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—
Decapoda larvae	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+
Bivalvia larvae	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+
Gastropoda larvae	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+
Polychaeta larvae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cirripedia larvae	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phoronis sp.</i> larvae	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
Haracticoida spp.	—	—	—	+	+	+	—	+	+	—	+
Isopoda spp.	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Noctiluca scintillans</i> (MACARTNEY) KOFOID & SWEZY, 1921	—	+	—	+	+	+	+	+	—	—	—
Всего видов:	9	8	7	10	11	9	11	11	13	13	13

Примечание: «+» — присутствие вида и таксона в пробе; «—» — отсутствие вида и таксона в пробе; НУТЭП — Новороссийское узловое транспортно-экспедиционное предприятие.

В зоопланктонном сообществе Новороссийской бухты в первую декаду июня 2024 г. доминировали эвритермные виды — *Paracalanus parvus*, *Pleopis polyphemoides* и «некормовая» гетеротрофная динофитовая водоросль *Noctiluca scintillans*. В меропланктоне преобладают личинки двустворчатых моллюсков

Основную часть биомассы определяли крупноразмерные представители меропланктона, на станции «Кутузов» — *Noctiluca scintillans* (рис. 1 и 2).

Во вторую декаду июня 2024 г. качественный состав зоопланктонного сообщества пополняется теплолюбивыми видами копепод, возрастает чис-

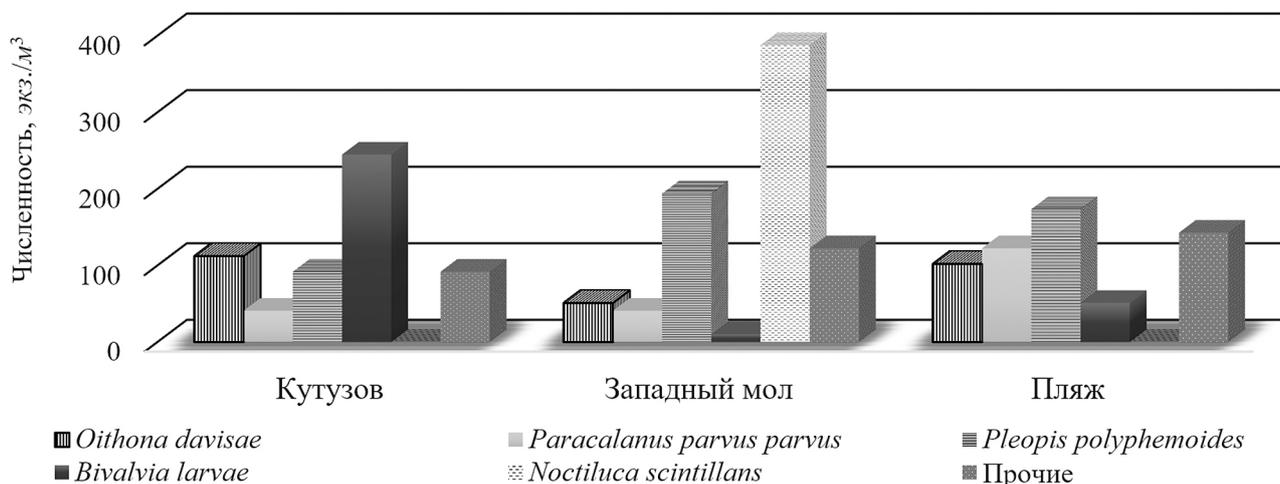


Рис. 1. Численность основных таксонов зоопланктона 4 июня 2024 г.

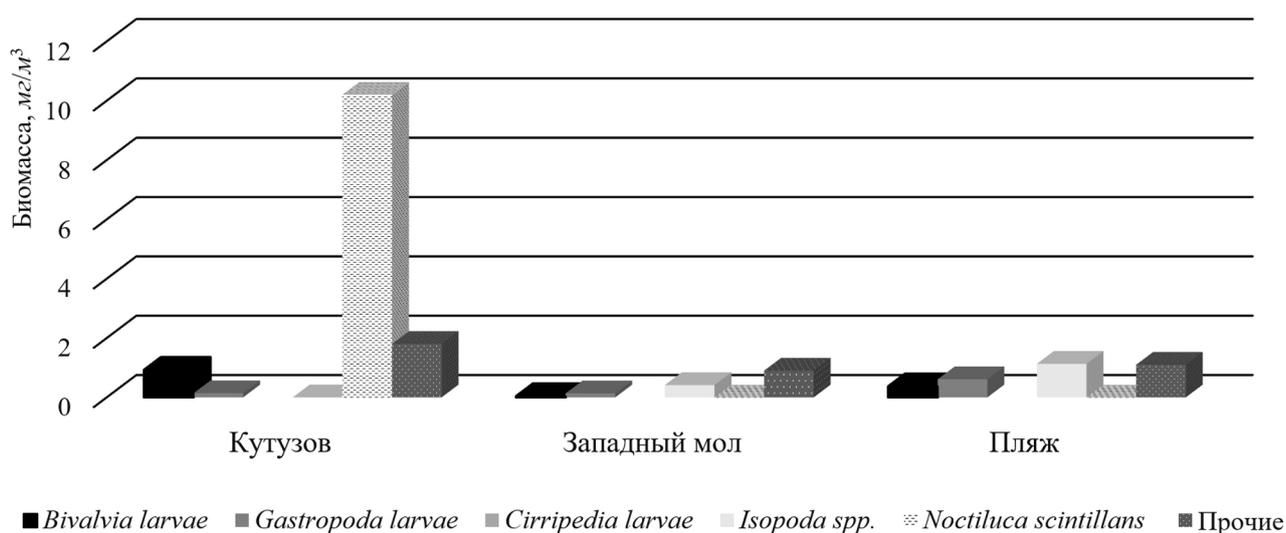


Рис. 2. Биомасса основных таксонов зоопланктона 4 июня 2024 г.

ленность меропланктона, особенно в средней части бухты. Доминантными видами являются *Acartia clausi*, *Pleopis polyphemoides*, *Centropages ponticus*, в меропланктоне главенствуют личинки двустворчатых и брюхоногих моллюсков (рис. 3).

В конце июля массово развиваются теплолюбивые виды копепод и кладоцер — *Centropages ponticus*, *Oithona davisae*, *Penilia avirostris* (в пор-ту и средней части). В меропланктоне преобладают личинки двустворчатых моллюсков и полихет (в открытой части). Наибольшую биомассу имеют доминантные по численности виды *Centropages ponticus* и *Oithona davisae*. В открытой части бух-

ты регистрируется массовое присутствие в планктоне личинок двустворчатых и брюхоногих моллюсков (рис. 5 и 6).

Таким образом, в акватории Новороссийской бухты в начале июня, при температура морской воды 22 °С, развиваются эвритермные виды: *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Parasagitta setosa*, *Pleopis polyphemoides* и *Noctiluca scintillans*. В конце месяца при дальнейшем прогреве морской воды (до 24 °С) в пелагиали постепенно появляются тепловодные зоопланктёры (*Centropages ponticus* и др.). В конце июля температура морской воды в Новороссийской бухте повышается до 27 °С и с её увеличением растёт количество теплолюбивого

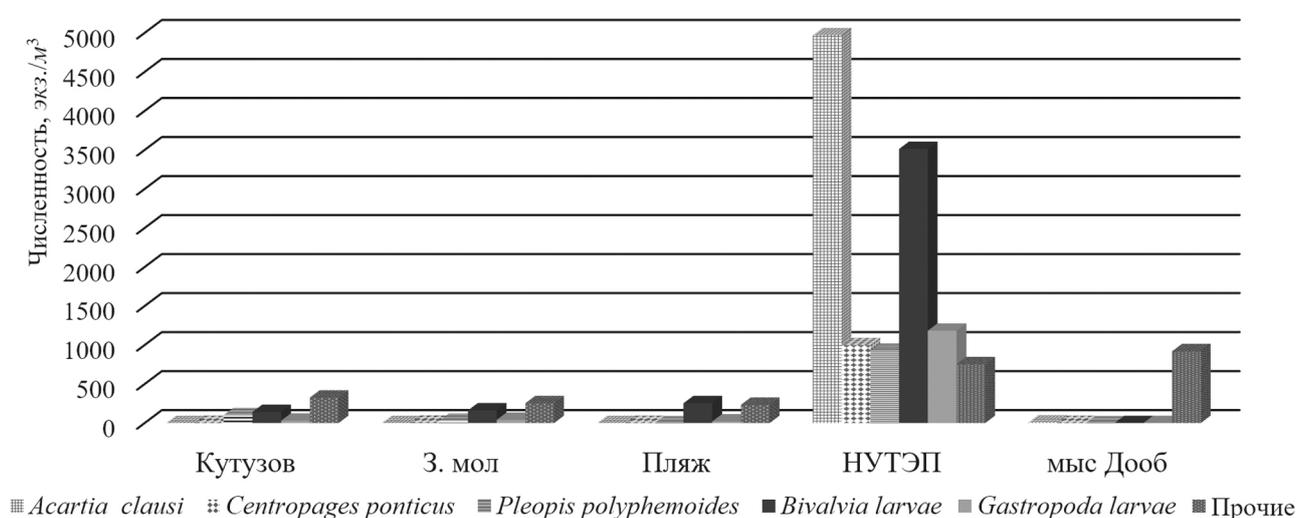


Рис. 3. Численности основных таксонов зоопланктона 14 июня 2024 г.

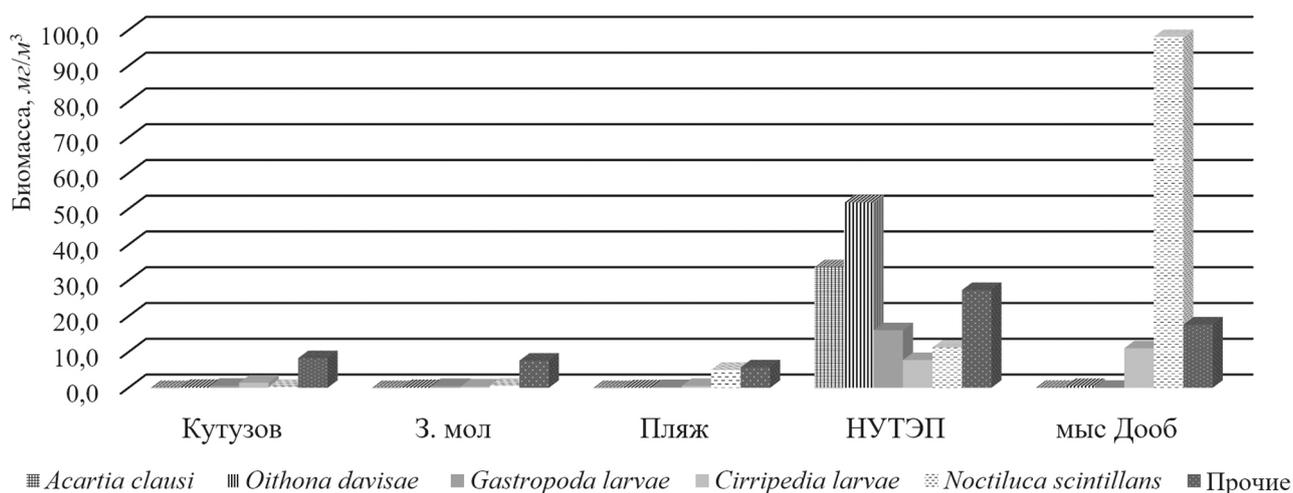


Рис. 4. Биомасса основных таксонов зоопланктона 14 июня 2024 г.

зоопланктона. Доминируют такие виды клadoцер, как *Penilia avirostris*, *Evadne spinifera*, *Pseudevadne tergestina* и копепод — *Oithona davisae*, *Acartia tonsa*, многочисленное развитие которых приходится только или исключительно в летний период. Массово развиваются всевозможные личинки донной фауны.

В целом, с июня по июль численность и биомасса зоопланктона возрастает с 0,6 до 35,6 тыс. экз./м³ и с 11,8 до 232,9 мг/м³.

Заклучение

1. В июне—июле 2024 г. в акватории Новороссийской бухты всего в зоопланктонном сообществе зарегистрировано 21 вид и таксонов.

2. В связи с потеплением морской воды, и как следствие массовым разви-

тием теплолюбивых копепод, клadoцер и личинок донных животных (с преобладанием молоди двустворчатых моллюсков) с июня по июль численность зоопланктона возрастает с 0,6 до 35,6 тыс. экз./м³, биомасса — с 11,8 до 232,9 мг/м³.

В начале июня преобладают эвритермные виды; в середине июня — качественный состав пополняется теплолюбивыми видами копепод и возрастает численность меропланктона, особенно в средней части бухты; в конце июля — массово развиваются теплолюбивые виды копепод и клadoцер (в порту и средней части), максимально развитие меропланктона (в открытой части).

3. Качественный состав трёх частей бухты с разной степенью антропогенной нагрузки в основном схож (преобладают виды и таксоны толерантные к раз-

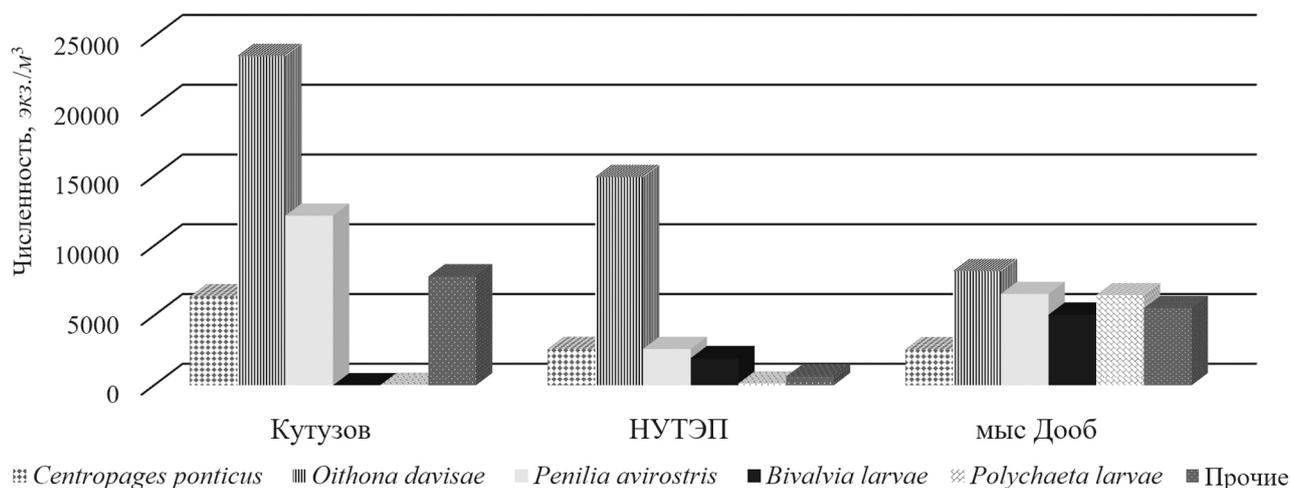


Рис. 5. Численности основных таксонов зоопланктона 24 июля 2024 г.

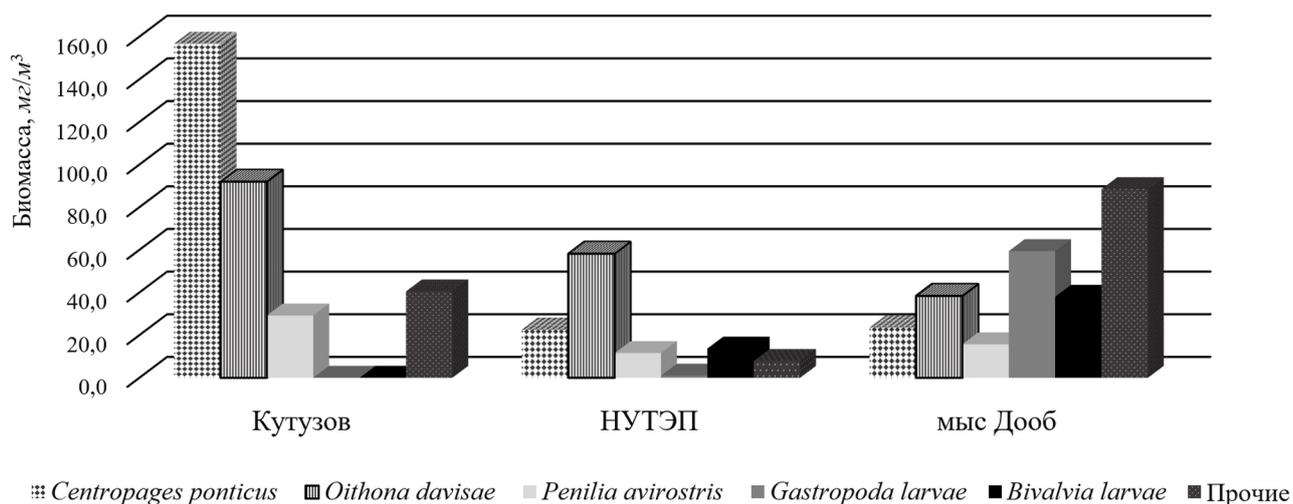


Рис. 6. Биомасса основных таксонов зоопланктона 24 июля 2024 г.

личного рода загрязнению — ойтона, акарции, плеопис, пенилия). Различия проявляются в количественном развитии определённых видов и таксонов (в июле, при максимальном развитии зоопланктёров, в порту массово развивают-

ся ойтона, акарция и пенилия, в открытой части — молодь моллюсков).

Наши данные сопоставимы с результатами исследования состояния морской биоты Новороссийской бухты за 2022 г. (Состояние морской биоты ... , 2022).

Библиографический список

Состояние морской биоты восточной части Новороссийской бухты в весенне-летний период 2022 года / И.Ю. Матасова, Е.М. Причинина, Н.П. Ремизова, В.Ф. Телюбова, В.А. Черненко // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. — Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2022. — С. 200—204.

Ремизова Н.П. Зоопланктон северо-восточной части Чёрного моря у побережья Тамани в летне-осенний период 2018 и 2019 гг. // Океанологические исследования. — 2021. — Т. 49, № 1. — С. 26—36.

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.

Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела: (Морской мезобентос и планктон). — Л.: Наука, 1968. — 106 с.

УДК 597.556.13(470.620)(262.5)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОМОРСКОГО САРГАНА (*BELONE BELONE EUXINI* GÜTNTNER, 1866) В РАЙОНЕ Г. НОВОРОССИЙСКА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

С. Н. Комарова, И. В. Порфиленко

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: komsvet@icloud.com, lagirostat@yandex.ru

Сарган (*Belone belone euxini* GÜTNTNER, 1866), обитающий в Чёрном море, является промысловой рыбой, в Азовском его уловы незначительны. Мясо вкусное, хотя зелёный цвет костей придаёт рыбе «несъедобный» вид (Емтыль, Иваненко, 2002).

Годовой улов саргана у берегов Крыма, Кавказа, в Керченском проливе и Азовском море в отдельные годы достигал 100—300 т. Примерно в таком же количестве вылавливается сарган у берегов Турции, Румынии, Болгарии. Главный сезон лова — осенне-зимний период. По данным международной статистики, общий улов всех подвигов саргана составляет в последние годы 2,5—4,5 тыс. т в год. Российский вылов в 1999 г. Составил 13 т, в 2000 г. — 82 т. В Чёрном море ловится волокушами, ставными неводами. Употребляется в пищу в свежем и солёном виде (Промысловые рыбы России, 2006).

Материал и методы

Ихтиологический материал (50 ос.) отбирали с января по февраль 2024 г. вблизи г. Новороссийска. Вылов рыбы осуществляли ставными неводами. Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Пряхин, Шкицкий,

2008). В результате исследования были выяснены характеристики линейного и массового роста саргана, половой структуры саргана в возрастных группах, а также некоторые особенности питания и показатели физиологического состояния рыб. Полученные данные были обработаны стандартными статистическими методами (Лакин, 1990).

Результаты и обсуждение

В исследуемой части популяции количество самок (21) преобладает над количеством самцов (14) в соотношении 1,5 : 1,0, что является нормальным для особей данного вида (табл. 1). Среди сеголеток было обнаружено 100 % ювенальных особей, среди двухлеток: ювенальных особей — 9 %, самок — 50 %, самцов — 41 %, а среди трёхлеток: самок — 67 %, самцов — 33 %. Из этого следует, что количество самок увеличивается в каждой последующей возрастной группе, а самцов, напротив, уменьшается.

Возрастная структура саргана исследуемой части популяции была представлена тремя возрастными группами — сеголетками (26 %), двухлетками (44 %) и трёхлетками (30 %) (табл. 1).

Линейная структура представлена особями от 23,0 до 39,5 см, массовая — от 13 до 83 г (табл. 2).

Таблица 1

Половая структура саргана по возрастным группам

Возраст	Численность в популяции, %	Кол-во <i>Juv.</i> , шт.	Кол-во самок, шт.	Кол-во самцов, шт.	Численность в группе, %			Соотношение полов в целом
					<i>Juv.</i>	Самки	Самцы	
Сеголетки	26	13	—	—	100	—	—	♀ : ♂ 1,5 : 1,0
Двухлетки	44	2	11	9	9	50	41	
Трёхлетки	30	—	10	5	—	67	33	

Таблица 2

Линейно-массовая характеристика саргана

Возраст	<i>L</i> , мм	<i>l</i> , мм	<i>M</i> , г	<i>m</i> , г
	<i>min—max</i> Ср ± <i>m_x</i>	<i>min—max</i> Ср ± <i>m_x</i>	<i>min—max</i> Ср ± <i>m_x</i>	<i>min—max</i> Ср ± <i>m_x</i>
Сеголетки	23—33 26,8 ± 0,78	21—31 24,8 ± 0,79	13—38 23,2 ± 1,93	12—34 21,3 ± 1,74
Двухлетки	27—36 31,8 ± 0,55	25,5—34,5 29,8 ± 0,53	19—56 36,6 ± 2,13	17—46 32,8 ± 1,97
Трёхлетки	31—39,5 36,7 ± 0,54	29—38 34,9 ± 0,58	35—83 58,9 ± 3,31	31—74 53,4 ± 3,08

В двухлетнем возрасте сарган имеет линейный прирост 18,7 %, уменьшающийся у трёхлеток до 15,4 % (табл. 3). В отличие от линейного, темп массового роста саргана увеличивается от 57,8 % у двухлеток до 60,9 % — у трёхлеток (табл. 4).

Для оценки физиологического состояния популяции саргана были использованы показатели коэффициентов упитанности по Фультону и Кларк, а также степень ожирения внутренних органов рыб. Коэффициенты упитанности саргана в возрастных группах изменялись

незначительно, уменьшаясь от 0,15 % по Фультону и 0,14 % по Кларк у сеголеток до 0,14 % и 0,13 % — у трёхлеток (табл. 5). Степень ожирения у рыб всех возрастных групп составляла 0 баллов.

Для определения степени зрелости половых продуктов рыб рассчитывались значения гонадосоматических индексов (ГСИ). В результате было установлено, что ГСИ саргана постепенно увеличивается с возрастом рыб: от 0,17 и 0,26 % у ювенальных сеголеток и двухлеток до 0,92 % у самок и 1,42 % — у самцов трёхлеток соответственно (табл. 6).

Таблица 3

Темп линейного роста саргана

Возраст	<i>L</i> , мм Ср ± <i>m_x</i>	<i>min—max</i>	Количество, <i>шт.</i>	Прирост	
				<i>см</i>	%
Сеголетки	26,8 ± 0,78	23—33	13	—	—
Двухлетки	31,8 ± 0,55	27—36	22	5,0	18,7
Трёхлетки	36,7 ± 0,54	31—39,5	15	4,9	15,4

Таблица 4

Темп массового роста саргана

Возраст	<i>M</i> , г Ср ± <i>m_x</i>	<i>min—max</i>	Прирост	
			<i>г</i>	%
Сеголетки	23,2 ± 1,93	13—38	—	—
Двухлетки	36,6 ± 2,13	19—56	13,4	57,8
Трёхлетки	58,9 ± 3,31	35—83	22,3	60,9

Таблица 5

Значение коэффициентов упитанности саргана

Возраст	Коэффициент упитанности, %		Количество, <i>шт.</i>
	по Фультону	по Кларк	
Сеголетки	0,15	0,14	13
Двухлетки	0,14	0,12	22
Трёхлетки	0,14	0,13	15

Таблица 6

Показатели ГСИ саргана

Возраст	Пол	Ср M_g, g	Ср m, g	Ср ГСИ, %
Сеголетки	<i>Juv.</i>	0,04	23,2	0,17
Двухлетки	<i>Juv.</i>	0,07	27,0	0,26
	♀	0,24	39,1	0,61
	♂	0,27	35,8	0,75
Трёхлетки	♀	0,60	65,2	0,92
	♂	0,66	46,4	1,42

Степень наполнения желудочно-кишечных трактов (ЖКТ) рыб оценивалась в баллах с изучением качественного состава пищи рыб. Средняя степень наполнения ЖКТ у ювенальных сеголеток и двухлеток составляет 1,8 и 1,0 баллов, у самок и самцов двухлеток — 1,8 и 4,0 балла, у самок и самцов трёхлеток — 3,1 и 2,4 соответственно (табл. 7).

Изучение качественного состава пищи рыб показало, что основным кормовым объектом саргана является молодь такого вида рыб, как хамса.

Заключение

В результате изучения биологической характеристики саргана были сделаны следующие выводы:

1. В состав изученной части популяции входят особи 3 возрастных групп: сеголетки — 13 %, двухлетки — 44 %, трёхлетки — 43 %;

2. Количество самок преобладает над количеством самцов (в соотношении 1,5 : 1,0), что является нормальным для особей данного вида;

3. Линейная структура представлена особями от 23,0 до 39,5 см. Линейный прирост двухлеток составил 5,0 см или 18,7 %; трёхлеток — 4,9 см или 15,4 %;

4. Массовая структура саргана представлена особями от 13 до 83 г. Массовый прирост двухлеток составляет 13,4 г или 57,8 %; трёхлеток — 22,3 г или 60,9 %;

5. Упитанность саргана с возрастом практически не изменяется и составляет у сеголеток 0,15 % по Фультону и 0,14 % по Кларк, у двухлеток — 0,14 и 0,12 %, у трёхлеток — 0,14 и 0,13 % соответственно;

6. Степень ожирения внутренних органов саргана всех возрастных групп составила 0 баллов;

7. ГСИ сеголеток составляет 0,17 %, *juv.* двухлеток — 0,26 %; самок и самцов двухлеток — 0,61 и 0,75 %; трёхлетних самок — 0,92 и 1,42 % — у самцов;

8. Наибольшую степень наполнения ЖКТ имеют самцы двухлеток — 4,0 балла и самки трёхлеток — 3,1 балла.

Таблица 7

Степень наполнения ЖКТ саргана, балл

Возраст	Степень наполнения ЖКТ						Средняя степень наполнения ЖКТ
	0	1	2	3	4	5	
<i>Juv.</i>							
Сеголетки	—	6	4	3	—	—	1,8
Двухлетки	—	2	—	—	—	—	1,0
Самки							
Двухлетки	2	2	5	1	—	1	1,8
Трёхлетки	—	1	2	3	3	1	3,1
Самцы							
Двухлетки	1	—	—	1	3	5	4,0
Трёхлетки	—	2	—	2	1	—	2,4

Библиографический список

Емтыль М.Х., Иваненко А.М. Рыбы юго-запада России: учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2002. — 340 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 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 пром-ть, 1966. — 376 с.

Промысловые рыбы России: в 2 т. / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра, Б.Н. Котенёва. — М.: Изд-во ВНИРО, 2006. — Т. 1. — 656 с.

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

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии / отв. ред.: акад. Е.Н. Павловский, д-р биол. наук, проф. П.А. Моисеев. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

УДК 597.551.4(470.620)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАНАЛЬНОГО СОМИКА [*Ictalurus punctatus* (RAFINESQUE, 1818)] ОЗ. СТАРАЯ КУБАНЬ (Г. КРАСНОДАР)

А. А. Савинов, С. Н. Комарова

Кубанской государственной университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: komsvet@icloud.com

Объект исследования — канальный сомик [*Ictalurus punctatus* (RAFINESQUE, 1818)], обитающий в оз. Старая Кубань г. Краснодара. Цель работы — изучить биологические показатели канального сомика оз. Старая Кубань.

Канальный сомик был завезён в Россию из США в 1972 г. личинками. В фауне бассейна Кубани акклиматизирован в 1974 г., где встречался в среднем и нижнем течении р. Кубань, в водоёмах на степных реках, единичные экземпляры наблюдались в Краснодарском вдхр. Отмечено естественное размножение в ряде водоёмов-охладителей и сбросных каналах ТЭЦ, в том числе и Краснодарской, откуда сомик заходит в р. Кубань (Абрамчук, Иваненко, 2018).

Материал и методы

Ихтиологический материал (50 ос.) был отобран с сентября по октябрь 2023 г. в оз. Старая Кубань. Вылов рыбы осуществлялся любительскими орудиями лова. Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Пряхин, Шкицкий, 2008). Исследовали следующие биологические показатели рыб: линейно-массовая характеристика, возрастная и половая структуры, зрелость половых продуктов, физиологическое состояние, интенсивность питания. Полученные данные были обработаны стандартными статистическими методами (Лакин, 1990).

Результаты и обсуждение

В результате проведённого исследования было выяснено, что в состав популяции канального сомика в оз. Старая Кубань входят особи 3-х возрастных групп: двухлетки — 34 %, трёхлетки —

46 % и четырёхлетки — 20 % (табл. 1). Очевидно, что в составе популяции должны присутствовать и сеголетки, так как в водоёме отмечено естественное размножение канального сомика. Однако в выборке они не наблюдаются, что может быть связано с избирательностью использованных орудий лова (любительские крючковые поплавочные и донные снасти).

Все проанализированные двухлетки имели ювенальную стадию развития гонад, поэтому определение пола у этой возрастной группы не представлялось возможным. В половом составе преобладают самки, составляющие 70 % особей, самцов — 30 % особей. Из всей выборки половозрелыми самками являются 46 % особей, половозрелыми самцами — 20 %, численность неполовозрелых особей составляет 34 %.

Линейная структура представлена особями от 10,6 до 36,5 см, массовая — от 9,8 до 495,0 г (табл. 2).

Длина двухлеток варьирует от 10,6 до 15,5 см, в среднем — 12,3 см; длина трёхлеток от 17,0 до 25,5 см, в среднем — 20,8 см; длина четырёхлеток от 27,0 до 36,5 см, в среднем — 31,7 см.

Наибольшее количество особей (34 %) имело длину от 10,6 до 15,7 см, наименьшее количество особей (по 10 %) находилось в интервалах 26,2—31,3 и 31,4—36,5 см. Максимальное количество особей (74 %) имело массу от 9,1 до 106,2 г, минимальное количество особей (4 %) имели массу от 203,5 до 300,6 г, и от 397,9 до 495,0 г.

Линейный прирост трёхлеток составил 8,5 см или 69,1 % от длины тела, а четырёхлеток — 10,9 см или 52,4 % (табл. 3). Массовый прирост трёхлеток составил

Таблица 1

Половая структура канального сомика по возрастным группам

Возраст	Численность в популяции, %	Количество самок, шт.	Количество самцов, шт.	Численность в группе, %		Соотношение полов в целом
				Самок	Самцов	
Двухлетки	34	—	—	—	—	♂ : ♀ 1,0 : 2,3
Трёхлетки	46	14	9	61	39	
Четырёхлетки	20	9	1	90	10	

Таблица 2

Линейно-массовая характеристика канального сома

Возраст	<i>L</i> , см	<i>l</i> , см	<i>M</i> , г	<i>m</i> , г
	Min—max Ср ± <i>m_x</i>	Min—max Ср ± <i>m_x</i>	Min—max Ср ± <i>m_x</i>	Min—max Ср ± <i>m_x</i>
Двухлетки	10,6—15,5 12,3 ± 0,4	8,5—12,0 9,6 ± 0,3	9,8—30,0 15,9 ± 1,7	9,0—26,0 14,3 ± 1,5
Трёхлетки	17,0—25,5 20,8 ± 0,5	14,0—21,0 16,4 ± 0,4	46,1—180,0 77 ± 7,0	39,0—154,0 67,7 ± 6,0
Четырёхлетки	27,0—36,5 31,7 ± 0,9	21,5—30,5 26,2 ± 0,8	154,0—495,0 313,2 ± 36,7	127,0—460,0 274,4 ± 32,9

61,1 г или 384,3 %, четырёхлеток — 236,2 г или 306,8 % (табл. 4). Наблюдается увеличение линейно-массовых размеров рыб с возрастом, однако при этом происходит уменьшение темпов их роста.

Коэффициент корреляции между длиной и массой составляет 0,91, что является сильной статистической взаимосвязью.

Упитанность особей в выборке оценивалась по Фультону и Кларк. Наиболее высокие коэффициенты упитан-

ности как по Фультону, так и по Кларк имели двухлетки. Вместе с тем наблюдается тенденция к уменьшению упитанности рыб с возрастом (табл. 5).

Анализ ожирения внутренностей канального сомика (табл. 6) показал, что средняя степень ожирения двухлеток составила 0,9 балла, трёхлеток — 2,3, четырёхлеток — 3,2 балла. Степень ожирения в популяции увеличивается с возрастом рыб, наблюдается тенденция к накоплению жира и его сохранению.

Таблица 3

Темпы линейного роста канального сомика

Возраст	<i>L</i> , см Ср ± <i>m_x</i>	Min—max	<i>N</i> , шт.	Прирост	
				см	%
Двухлетки	12,3 ± 0,4	10,6—15,5	17	—	—
Трёхлетки	20,8 ± 0,5	17,0—25,5	23	8,5	69,1
Четырёхлетки	31,7 ± 0,9	27,0—36,5	10	10,9	52,4

Таблица 4

Темпы массового роста канального сомика

Возраст	<i>M</i> , г Ср ± <i>m_x</i>	Min—max	<i>N</i> , шт.	Прирост	
				см	%
Двухлетки	15,9 ± 1,7	9,2—30,2	17	—	—
Трёхлетки	77,0 ± 7,0	40,8—180,0	23	61,1	384,3
Четырёхлетки	313,2 ± 36,7	154—495,0	10	236,2	306,8

Таблица 5

Значение коэффициентов упитанности канального сомика

Возраст	Коэффициент упитанности, %		Количество, шт.
	по Фультону	по Кларк	
Двухлетки	1,82	1,63	17
Трёхлетки	1,76	1,55	23
Четырёхлетки	1,74	1,53	10

Таблица 6

Степень ожирения внутренностей канального сомика

Возраст	Ожирение, балл						Средняя степень ожирения, балл	N, шт.
	0	1	2	3	4	5		
Количество рыб, %								
Двухлетки	41	41	6	12	—	—	0,9	17
Трёхлетки	26	9	17	17	22	9	2,3	23
Четырёхлетки	20	—	—	20	40	20	3,2	10

Анализ степени наполнения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) (табл. 7) показал, что средняя степень наполнения ЖКТ двухлеток составила 2,2 балла, трёхлеток — 2,5 балла, четырёхлеток — 3,1 балла. Степень наполнения ЖКТ в популяции повышается с увеличением возраста рыб.

Помимо определения степени наполнения ЖКТ, исследовался и качественный состав пищи. Несмотря на то, что содержимое ЖКТ у большинства особей находилось в сильно переваренном состоянии, нам удалось идентифицировать некоторые кормовые объекты. Наиболее часто встречаемыми из них являлись брюхоногие и двустворчатые

моллюски, фрагменты растений, реже — мелкая рыба и насекомые.

Значения гонадо-соматических индексов (ГСИ) канального сомика представлены в табл. 8. Исследуемые особи, кроме двухлеток на ювенальной стадии, находились на II и III стадиях зрелости. ГСИ самок трёхлеток составил 0,43 %, самцов трёхлеток — 0,31 %, самок четырёхлеток — 1,53 %, самцов — 0,28 %. Полученные ГСИ можно считать типичными для канального сома. По данным предыдущих исследований, ГСИ в донерестовый период у четырёхгодовиков составляет 1,50 % у самок и 0,25 % — у самцов (Лавровский, 1980).

Таблица 7

Степень наполнения ЖКТ канального сомика

Возраст	Степень наполнения, балл						Средняя степень наполнения, балл	N, шт.
	0	1	2	3	4	5		
Двухлетки	—	4	7	5	—	1	2,2	17
Трёхлетки	—	2	10	9	1	1	2,5	23
Четырёхлетки	1	—	2	3	2	2	3,1	10

Таблица 8

Показатели ГСИ канального сомика

Возраст	Пол	Ср m_g, g	Ср m, g	Ср ГСИ, %
Трёхлетки	♀	0,3	70,3	0,43
	♂	0,2	63,6	0,31
Четырёхлетки	♀	4,3	281,2	1,53
	♂	0,6	213,0	0,28

Из 23 самок только 2 самки в четырёхлетнем возрасте имели III стадию зрелости, 21 самка находилась на II стадии зрелости. У самок, имеющих III стадию зрелости, средняя индивидуальная плодовитость составляла 4 539 икринок, средняя относительная плодовитость составляла 12 836 икринок на 1 кг массы тела.

Заключение

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы:

1. В состав популяции входят особи трёх возрастных групп: двухлетки — 34 %, трёхлетки — 46 %, четырёхлетки — 20 %.

2. В численном отношении самки преобладают над самцами более чем в 2 раза (1 : 2,3).

3. Линейная структура популяции представлена особями от 10,6 до 36,5 см. Показатели линейного прироста трёхлеток составляют 8,5 см или 69,1 % от длины тела, четырёхлеток — 10,9 см или 52,4 %, что говорит об увеличении длины особей с возрастом при одновременном снижении темпов роста.

4. Массовая структура представлена особями от 9,2 до 495,0 г. Массовый прирост трёхлеток составляет 61,1 г или 384,3 %, четырёхлеток — 236,2 г или 306,8 %, что говорит о постепенном увеличении массы канального сома с возрастом при одно-

временном снижении темпов массового роста.

5. Коэффициент корреляции между длиной и массой составляет 0,91, что является сильной статистической взаимосвязью.

6. У двухлеток упитанность по Фультону составила 1,82 %, по Кларк — 1,63 %, у трёхлеток — 1,76 и 1,55 %, у четырёхлеток — 1,74 и 1,53 % по Фультону и Кларк соответственно, что говорит о снижении упитанности особей с возрастом.

7. Средняя степень ожирения двухлеток составила 0,9 балла, трёхлеток — 2,3 балла, четырёхлеток — 3,2 балла. Степень ожирения особей в популяции повышается с увеличением возраста рыб.

8. Средняя степень наполнения ЖКТ двухлеток составила 2,2 балла, трёхлеток — 2,5 балла, четырёхлеток — 3,1 балла. Степень наполнения ЖКТ в популяции повышается с увеличением возраста рыб.

9. ГСИ самок трёхлеток составляет 0,43 %, самцов трёхлеток — 0,31 %, самок четырёхлеток — 1,53 %, самцов четырёхлеток — 0,28 %. ГСИ четырёхлеток являются типичными для их возраста и времени года.

10. У самок, имеющих III стадию зрелости, средняя индивидуальная плодовитость составляет 4 539 икринок; средняя относительная плодовитость составляет 12 836 икринок на 1 кг массы тела.

Библиографический список

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

Лавровский В.В. Изменчивость морфобиологических признаков канального сома в онтогенезе как основа селекции. — М.: Типография Московской с.-х. академии им. К.Л. Тимирязева, 1980. — 18 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 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 пром-ть, 1966. — 376 с.

Пряхин Ю.В., Шкицкий В.А. Методы рыбохозяйственных исследований: учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. — 256 с.

УДК 597.421.55(470.620)(262.5)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОМОРСКОЙ БАРАБУЛИ (*MULLUS BARBATUS PONTICUS* ESSIPOV, 1927) В РАЙОНЕ Г. НОВОРОССИЙСКА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

С. Н. Комарова, А. А. Смирнова

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: komsvet@icloud.com, ansmirnova16@gmail.com*

Черноморская барабуля (*Mullus barbatus ponticus* ESSIPOV, 1927) населяет Чёрное море, Керченский пролив и Азовское море. Ареал рода в целом охватывает воды восточной части Атлантического океана от Британских островов и Скандинавии до Канарских островов, редко до Бергена и в западной части Балтийского моря, Средиземное море (Абрамчук, Иваненко, 2019).

Черноморская барабуля является ценным промысловым видом. Издревле очень ценится, так как обладает деликатесными вкусовыми качествами. Однако в искусственном воспроизводстве не участвует.

С конца 1970-х гг. барабуля стала регулярно встречаться в больших количествах в уловах рыб в Чёрном море, достигая пика в 1980-х гг. почти в 1000 т. В Чёрном и Азовском морях в 1995 г. было поймано 324 т барабули, но в 1996 г. это количество упало почти в четыре раза, составив всего 74 т (Промысловые рыбы России, 2006).

Материал и методы

Ихтиологический материал (50 ос.) был отобран с октября по ноябрь 2024 г. вблизи г. Новороссийска. Вылов рыбы

осуществляли тралами. Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам (Чугунова, 1959; Правдин 1996; Пряхин, Шкицкий 2008). В результате исследования были выяснены закономерности изменения линейного и массового роста барабули, половой структуры барабули в возрастных группах, а также некоторые особенности питания и показатели физиологического состояния рыб. Полученные данные были обработаны стандартными статистическими методами (Лакин, 1990).

Результаты и обсуждение

В результате проведённых исследований было выявлено, что в составе изученной части популяции барабули имеются особи пяти возрастных групп: сеголетки — 32 %, двухлетки — 12 %, трёхлетки — 12 %, четырёхлетки — 24 % и пятилетки — 20 % (табл. 1). Отмечено 13 самок и 21 самцов, среднее соотношение которых составляет 1,0 : 1,6.

Линейная структура представлена особями от 8,9 до 15,6 см, массовая — от 7,0 до 44,0 г. Длина тела сеголеток варьировала от 8,9 до 11,9 см, в среднем — 10,3 см. Длина двухлеток — от 10,0 до 13,6 см, в среднем 11,4 см. Длина

Таблица 1

Половая структура черноморской барабули по возрастным группам

Возраст	Численность в популяции, %	Кол-во самок, шт.	Кол-во самцов, шт.	Численность в группе, %		Соотношение полов в целом
				Самки	Самцы	
Сеголетки	32	<i>Juvenalis</i>				♀ : ♂ 1,0 : 1,6
Двухлетки	12	2	4	34	66	
Трёхлетки	12	2	4	34	66	
Четырёхлетки	24	5	7	41	59	
Пятилетки	20	4	6	40	60	

Таблица 2

Линейно-массовая характеристика черноморской барабули

Возраст	<i>L, см</i>	<i>l, см</i>	<i>M, г</i>	<i>m, г</i>
	<i>min—max</i> Ср ± <i>S_x</i>	<i>min—max</i> Ср ± <i>S_x</i>	<i>min—max</i> Ср ± <i>S_x</i>	<i>min—max</i> Ср ± <i>S_x</i>
Сеголетки	8,9—11,9 10,3 ± 0,19	7,1—9,9 8,2 ± 0,15	7,0—21,0 11,8 ± 0,80	6,0—19,0 10,6 ± 0,75
Двухлетки	10,0—13,6 11,4 ± 0,49	8,0—11,2 9,1 ± 0,44	10,0—27,0 15,8 ± 2,40	9,0—26,0 14,8 ± 2,39
Трёхлетки	12,3—13,6 12,9 ± 0,22	9,5—10,6 10,2 ± 0,15	17,0—24,0 20,1 ± 0,93	15,0—22,5 18,8 ± 0,98
Четырёхлетки	12,5—15,5 13,9 ± 0,29	9,9—13,5 11,2 ± 0,32	18,0—39,8 28,0 ± 1,88	17,0—36,0 26,3 ± 1,75
Пятилетки	12,8—15,6 14,5 ± 0,35	10,1—13,1 11,9 ± 0,38	20,0—44,0 33,0 ± 2,55	19,0—42,0 31,0 ± 2,44

трёхлеток — от 12,3 до 13,6 см, в среднем 12,9 см. Длина тела четырёхлеток — от 12,5 до 15,5 см, в среднем 13,9 см. Длина тела пятилеток — от 12,8 до 15,6 см, в среднем 14,5 см (табл. 2).

Линейный прирост двухлеток составил 1,1 см или 10,6 %; трёхлеток — 1,5 см или 13,2 %; четырёхлеток — 1,0 см или 7,8 %; пятилеток — 0,6 см или 4,3 %. Как можно видеть (табл. 3), темп линейного роста барабули возрастает от двухлеток (10,7 %) к трёхлеткам (13,2 %), а затем постепенно снижается, составляя у пятилеток 4,3 %. Это можно объяснить тем, что половозре-

лости барабуля достигает на 3—4 году жизни. Следовательно, большая часть энергии, тратится на созревание гонад (табл. 3).

Массовая структура барабули была представлена особями от 7,0 до 44,0 г. Массовый прирост двухлеток составляет 4 г или 33,9 %; трёхлеток — 4,3 г или 27,2 %; четырёхлеток — 7,9 г или 39,3 %; пятилеток — 5 г или 17,8 %. Темп массового роста рыб носит неравномерный характер, понижаясь от двухлеток (33,9 %) к трёхлеткам (22,7 %), а потом возрастает у четырёхлеток (39,3 %) и вновь снижается у пятилеток — 17,9 % (табл. 4).

Таблица 3

Темп линейного роста черноморской барабули

Возраст	<i>L, см</i> Ср ± <i>S_x</i>	<i>min—max</i>	Количество, <i>шт.</i>	Прирост	
				<i>см</i>	%
Сеголетки	10,3 ± 0,19	8,9—11,9	16	—	—
Двухлетки	11,4 ± 0,49	10—13,6	6	1,1	10,7
Трёхлетки	12,9 ± 0,22	12,3—13,6	6	1,5	13,2
Четырёхлетки	13,9 ± 0,29	12,5—15,5	12	1,0	7,8
Пятилетки	14,5 ± 0,35	12,8—15,6	10	0,6	4,3

Таблица 4

Темп массового роста черноморской барабули

Возраст	<i>M, г</i> Ср ± <i>S_x</i>	<i>min—max</i>	Количество, <i>шт.</i>	Прирост	
				<i>г</i>	%
Сеголетки	11,8 ± 0,80	7,0—21,0	16	—	—
Двухлетки	15,8 ± 2,40	10,0—27,0	6	4,0	33,9
Трёхлетки	20,1 ± 0,93	17,0—24,0	6	4,3	27,2
Четырёхлетки	28,0 ± 1,88	18,0—39,0	12	7,9	39,3
Пятилетки	33,0 ± 2,55	20,0—44,0	10	5,0	17,9

Упитанность особей оценивали по значениям коэффициентов Фультона и Кларк. Зависимости упитанности рыб от их возраста отмечено не было: у сеголеток упитанность по Фультону и Кларк составила 1,2 и 0,9 %; у двухлеток — 1,1 и 0,9 %; у трёхлеток — 0,9 и 0,8 %; у четырёхлеток — 1,0 и 0,9 %; у пятилеток — 1,1 и 1,0 % соответственно (табл. 5).

В результате анализа степени ожирения внутренних органов черноморской барабули было выявлено, что максимальную степень ожирения имеют особи трёхлетнего (1,6 балла) и пятилетнего возраста — 1,5 балла (табл. 6).

Биологический анализ состояния половых продуктов черноморской барабули

проводился путём расчёта гонадо-соматического индекса (ГСИ). Данный индекс наиболее ярко отражает сезонные колебания состояния гонад. Исследуемая часть популяции была представлена особями на *juv.*, I, II, III, IV, VI стадиях зрелости.

Значение ГСИ самок и самцов двухлеток составляло 0,78 и 0,72 %; трёхлеток — 1,02 и 0,85 %; четырёхлеток — 0,72 и 0,83 %; пятилеток — 1,07 и 0,80 % соответственно (табл. 7).

Из представленных данных (табл. 7) можно сделать вывод, что с увеличением возраста гонадо-соматический индекс самок и самцов увеличивается. Также, в сравнении с самцами,

Таблица 5

Значение коэффициентов упитанности черноморской барабули

Возраст	Коэффициент упитанности, %		Количество, шт.
	по Фультону	по Кларк	
Сеголетки	1,2	0,9	16
Двухлетки	1,1	0,9	6
Трёхлетки	0,9	0,8	6
Четырёхлетки	1,0	0,9	12
Пятилетки	1,1	1,0	10

Таблица 6

Степень ожирения внутренностей черноморской барабули

Возраст	Ожирение, балл						Средняя степень ожирения, балл	Кол-во, шт.
	0	1	2	3	4	5		
Количество рыб, шт.								
Сеголетки	4	7	3	—	1	1	1,4	16
Двухлетки	3	1	2	—	—	—	0,8	6
Трёхлетки	—	3	2	1	—	—	1,6	6
Четырёхлетки	5	3	3	1	—	—	1,0	12
Пятилетки	4	2	1	1	2	—	1,5	10

Таблица 7

Показатели ГСИ черноморской барабули

Возраст	Пол	Ср m_g , г	Ср m , г	Ср ГСИ, %
Сеголетки	<i>juv.</i>	—	—	—
Двухлетки	♀	0,11	14,00	0,78
	♂	0,11	15,25	0,72
Трёхлетки	♀	0,19	18,50	1,02
	♂	0,14	16,42	0,85
Четырёхлетки	♀	0,21	29,20	0,72
	♂	0,20	24,14	0,83
Пятилетки	♀	0,33	30,75	1,07

самки имеют более высокий показатель ГСИ.

Заключение

В результате исследования биологической характеристики черноморской барабули были сделаны следующие выводы:

1. В состав изученной части популяции входят особи пяти возрастных групп: сеголетки — 26 %, двухлетки — 12 %, трёхлетки — 12 %, четырёхлетки — 24 % и пятилетки — 20 %;

2. Количество самцов преобладает над количеством самок в соотношении 1,6 : 1,0, что является нормальным для особей данного вида;

3. Линейная структура представлена особями от 8,9 до 15,6 см. Линейный прирост двухлеток составил 1,1 см или 10,7 %; трёхлеток — 1,5 см или 13,2 %; четырёхлеток — 1,0 см или 7,8 %; пятилеток — 0,6 см или 4,3 %;

4. Массовая структура барабули представлена особями от 7,0 до 44,0 г.

Массовый прирост двухлеток составил 4,0 г или 33,9 %; трёхлеток — 4,3 г или 27,2 %; четырёхлеток — 7,9 г или 39,3 %; пятилеток — 5,0 г или 17,9 %;

5. Упитанность барабули в разных возрастных группах меняется незначительно и составляет у сеголеток 1,2 и 0,9 %; у двухлеток — 1,1 и 0,9 %; у трёхлеток — 0,9 и 0,8 %; у четырёхлеток — 1,0 и 0,9 %; у пятилеток — 1,1 и 1,0 % по Фультону и по Кларк соответственно;

6. Средняя степень ожирения сеголеток составила 1,4 балла; двухлеток — 0,8 балла; трёхлеток — 1,6 балла; четырёхлеток — 1,0 балла; пятилеток — 1,5 балла;

7. Значение ГСИ самок и самцов двухлеток составляет 0,78 и 0,72 %; трёхлеток — 1,02 и 0,85 %; четырёхлеток — 0,72 и 0,83 %; пятилеток — 1,07 и 0,80 % соответственно;

8. Наибольшую степень наполнения ЖКТ имеют самки и самцы двухлеток — 3,0 балла.

Библиографический список

Абрамчук А.В., Иваненко А.М. Система ныне живущих рыбообразных и рыб мировой фауны: учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 2. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т., 2019. — 409 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 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 пром-ть, 1966. — 376 с.

Промысловые рыбы России: в 2 т. / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра, Б.Н. Котенёва. — М.: Изд-во ВНИРО, 2006. — Т. 1. — 656 с.

Пряхин Ю.В., Шкицкий В.А. Методы рыбохозяйственных исследований: учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. — 256 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии / отв. ред.: акад. Е.Н. Павловский, д-р биол. наук, проф. П.А. Моисеев. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

УДК 597.2/5

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РЫБ РЕКИ ЧУРЮК-СУ (КРЫМ)

А. В. Кулиш^{1,2}, С. В. Малько¹, А. Э. Аджиумеров¹¹*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия*²*Карадагская научная станция — природный заповедник РАН — филиал Института биологии южных морей РАН, пос. Курортное, г. Феодосия, Россия
E-mail: andreykulish1972@mail.ru*

Крымский полуостров является уникальной физико-географической и природной территорией, как в пределах границ Российской Федерации, так и в масштабе евразийского континента в целом. Существование фактора естественной географической изоляции местной фауны от таковой, обитающей на материке, в сочетании с климатическими условиями, а также особенностями географического рельефа региона, способствовали формированию в его пределах характерных биоценозов, разделённых простирающимися с востока на запад Крымскими горами — северного предгорного степного и южнобережного. Основным фактором, определяющим формирование и функционирование биоценозов внутренних водоёмов Крымского полуострова, является их обеспеченность водными ресурсами. Незначительная площадь полуострова и широтное расположение горных гряд обуславливают наличие только малых по общепринятой классификации рек (Поверхностные водные объекты ... , 2011). Усиливающаяся аридизация территории, в комплексе со **всё возрастающим** антропогенным воздействием (забор поверхностных и подземных вод, зарегулирование русел рек плотинами, вырубка лесов, палы растительности, распашка и застройка прирусловых земель и др.), привели к трансформации речных систем и коренному изменению их гидрологического режима. Так на большинстве участков малых рек (прежде всего в среднем и нижнем их течении) сезонно, а то и на протяжении ряда лет, может полностью

отсутствовать поверхностный русловой водоток, что приводит к гибели и исчезновению ихтиофауны. Указанное в комплексе с целенаправленным (выполняемым пользователями в пределах русловых водоёмов) и стихийным (самопроизвольным) расселением гидробионтов, в том числе инвазионных видов, приводит к изменению состава фауны рыб и зачастую к полной утере её автохтонной части. В сложившихся условиях выполнение мониторинга биологического разнообразия фауны водоёмов восточного Крыма и, в частности, рыб является необходимым и актуальным условием, как в природоохранном, так и в общебиологическом контексте. Особую актуальность настоящим исследованиям придаёт тот факт, что работы данного характера выполнялись в регионе только в пределах больших водоёмов (Карпова, Болтачев, 2012) или крайне малочисленны (Кулиш, Мальцев, Галкин, 2017; Кулиш, Галкин, 2018).

Материал и методы

Материалом для данной работы послужили лова рыбы, выполненные в период июня—августа 2020—2024 гг. в одной из малых рек юго-восточной части Крымского полуострова — р. Чурюк-Су (бас. Азовского моря). Река имеет длину 33 км, площадь водосборного бассейна 204 км², уклон коренного русла — 6,7 м/км, маловодна (отсутствуют источники из карстовых полостей), среднегодовой расход воды в русле 0,12 м³/с (Поверхностные водные объекты ... , 2011). Истоками реки являются восточные отроги главной гряды Крымских гор у г. Ста-

рый Крым. Река несёт свои воды из гор на северо-восток по равнине Крымского полуострова, впадая в южную часть Сиваша Азовского моря. На русле реки построено более 11 прудов, наибольшим из которых по площади является Старокрымское вдхр. Водоток по руслу между искусственными водоёмами в маловодные годы с высокими летними температурами значительно снижается или полностью исчезает. По характеру окружающей местности и гидрологическому режиму течение реки возможно разделить на три характерных участка: верхний (горный, с узкой долиной и несколькими притоками) — от истоков до с. Первомайское; средний (предгорный, пересечённый рельеф местности, с частично изменённым руслом) — от с. Первомайское до с. Новопокровка; нижний (равнинный, с пологим рельефом местности, с солончаками, русло спрямлено в коллектор) — от с. Новопокровка до устья.

Лова рыбы осуществлялись при помощи сачка с размерами 60×40 см из капроновой дели с ячейёй 6,5 мм, а также мальковой волокушей длиной 5 м с ячейёй в крыльях и кутце — 10 мм. Облавливались все доступные обводнённые

участки реки и пруды на ней. Отловленная рыба после определения её видовой принадлежности выпускалась в естественную среду в живом виде. Для оценки биологического разнообразия фауны рыб в реке использовались следующие расчётные показатели: индекс видового богатства Маргалефа (D_{Mg}), индекс общности Жаккара (I_j), индекс разнообразия Шеннона (H'), индекс доминирования Бергера-Паркера (d) (География и мониторинг биоразнообразия, 2002). При составлении видового списка использовали аннотированный каталог «Рыбы морей России» (Парин, Евсеенко, Васильева, 2014).

Результаты и обсуждение

В результате выполненных работ установлено, что ихтиофауна р. Чурюк-Су включает 11 видов рыб (индекс видового богатства Маргалефа (D_{Mg}) — 6,39). При этом видовое разнообразие по участкам реки существенно отличалось (табл. 1).

Все реки Крымского полуострова, истоки которых находятся в пределах Крымских гор, в верхней своей части в меньшей степени, по сравнению со средней и тем более нижней своей частью,

Таблица 1

Распределение видов рыб по участкам р. Чурюк-Су

№ п/п	Вид	Участок течения реки			Представленность*
		Верхний	Средний	Нижний	
1	<i>Carassius gibelio</i> (BLOCH, 1782)	×	×	—	+++
2	<i>Cyprinus carpio</i> LINNAEUS, 1758	×	—	—	+
3	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (VALENCIENNES, 1844)	×	—	—	+
4	<i>Pseudorasbora parva</i> (TEMMINCK et SCHLEGEL, 1846)	—	×	—	++
5	<i>Rutilus rutilus</i> (LINNAEUS, 1758)	×	—	—	++
6	<i>Esox lucius</i> LINNAEUS, 1758	×	—	—	+
7	<i>Syngnathus abaster</i> RISSO, 1827	×	—	—	++
8	<i>Lepomis gibbosus</i> (LINNAEUS, 1758)	×	×	—	+++
9	<i>Perca fluviatilis</i> LINNAEUS, 1758	×	×	—	+
10	<i>Neogobius fluviatilis</i> (PALLAS, 1814)	×	—	—	++
11	<i>Proterorhinus semilunaris</i> (HECKEL, 1837)	×	—	—	++
<i>Всего:</i>		10	4	0	—

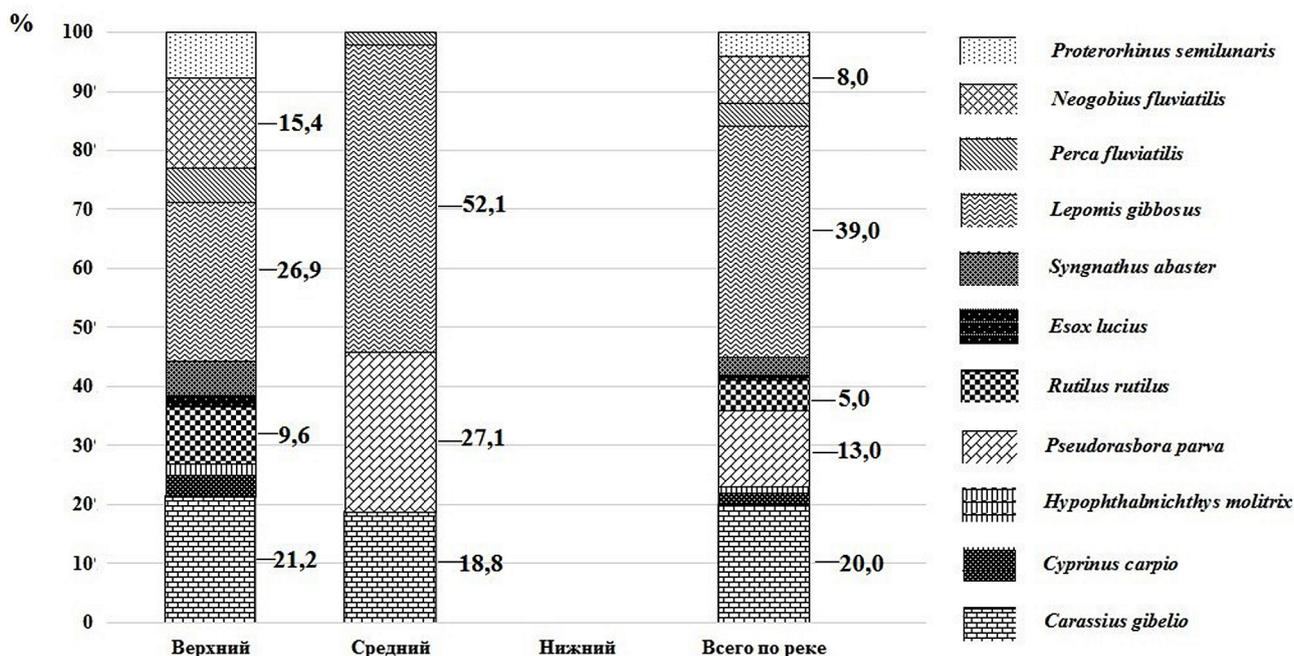
Примечание: * — представленность обозначается по шкале, где: + — редкий вид; ++ — обычный вид; +++ — массовый вид.

трансформированы человеком и имеют большую обеспеченность водой. В связи с указанным, в верховьях наблюдается и большее видовое богатство рыб (Карпова, Болтачев, 2012; Кулиш, Мальцев, Галкин, 2017; Кулиш, Галкин, 2018). Верхний участок р. Чурюк-Су, также, как самый обеспеченный водными ресурсами (русло реки от г. Старый Крым [включая Старокрымское вдхр.] до с. Первомайское обводнено), имеет наиболее богатую фауну рыб. На данном участке установлено 10 видов рыб (D_{Mg} — 6,05). Фауна рыб среднего участка значительно беднее (4 вида, D_{Mg} — 0,13). Летом, в период проведения ловов, русло среднего участка реки не имело выраженного водотока, а пруды, расположенные на нем, были наполнены до уровня значительно меньше отметок их НПУ (10—60 % от расчётного объёма). Часть из них были «сухими» — без воды. Нижний участок реки, несмотря на свою потенциальную связь (за счёт поступления дренажных вод) с пересекающей его Керченской ветвью Северо-Крымского канала и относительную обводнённость в приустьевой части (русло спрямлено и заведено в систему дренажных каналов, расположенных по периметру ныне не функционирующего

прудового рыбоводного хозяйства), ихтиофауны не имеет. Устьевая часть реки (каналы) имеет воду со значительным уровнем минерализации (> 25 ‰).

Видовой состав рыб по участкам различался. Индекс общности Жаккара (I_j) для верхнего и среднего участка составлял — 0,27. Это обусловлено тем, что общее количество видов рыб, встречающееся на обоих участках реки, составляет всего три вида: серебряный карась *Carassius gibelio*, обыкновенная солнечная рыба *Lepomis gibbosus* и речной окунь *Perca fluviatilis*.

Полученные данные о видовом составе ихтиофауны р. Чурюк-Су свидетельствуют о том, что в реке автохтонные виды рыб (по: Делямуре, 1966) отсутствуют, а все обнаруженные виды являются вселенцами, интродуцированными человеком или самовселелившимися в водоёмы Крымского полуострова в XX в. При этом три вида из них (27,3 %) *C. gibelio*, *Pseudorasbora parva* и *L. gibbosus* являются инвазионными, при высокой своей численности в водоёме несущими угрозу обитателям естественных ихтиоценозов. Вышеуказанные виды рыб, обладая высоким уровнем экологической пластичности и приспособленные к жизни



Относительная численность рыб по видам на участках р. Чурюк-Су (данные 2020—2024 гг.)

в контрастно изменяющихся условиях среды, составляют основу фауны рыб на среднем участке р. Чурюк-Су (75 % от общего числа видов и 98 % от численности отловленных особей).

Доля особей различных видов по участкам реки изменялась в достаточно широких пределах (рисунок).

Выравненность и видовое богатство по индексу Шеннона (H') для всей реки в целом составило $-1,19$. При этом для верхней и средней части реки данный показатель составлял $-1,34$ и $-0,49$ соответственно. Наиболее многочисленными видами в реке были серебряный карась и солнечная рыба в верхнем участке (21,2 и 26,9 % от общего количества выловленных особей) и амурский чебачок и солнечная рыбы в среднем (27,1 и 52,1 % соответственно). При этом по численности особей как в верхней, так и в средней части, доминировали *L. gibbosus*. Индекс доминирования Бергера-Паркера

(d) в целом по реке составлял 0,39, для верхней и средней части течения реки 0,26 и 0,52 соответственно. Полученные данные свидетельствуют об уменьшении от истока к устью реки выравненности и увеличении доминирования одного вида — солнечной рыбы *L. gibbosus*.

По таксономическому составу ихтиофауна р. Чурюк-Су представлена 11 видами, относящимися к 4 отрядам, 6 семействам и 11 родам (табл. 2). Наиболее обильно представлены рыбы отрядов Cypriniformes (5 видов) и Perciformes (4 вида), а из семейств Cyprinidae (5 видов).

Заключение

Фауна рыб р. Чурюк-Су в период проведённого исследования составляла 11 видов. Наибольшее видовое богатство (10 видов) зарегистрировано в верхней её части на участке от истока реки до с. Первомайское. От верховья реки по течению до её дельты биологическое раз-

Таблица 2

Таксономический состав фауны рыб р. Чурюк-Су (данные 2020—2024 гг.)

Класс	Отряд	Семейство	Род	Вид
1. Actinopterygii	1. Cypriniformes	1. Cyprinidae	1. <i>Carassius</i> JAROCKI, 1822	1. <i>Carassius gibelio</i> (BLOCH, 1782) — серебряный карась
			2. <i>Cyprinus</i> LINNAEUS, 1758	2. <i>Cyprinus carpio</i> LINNAEUS, 1758 — казан, карп
			3. <i>Hypophthalmichthys</i> BLEEKER, 1859	3. <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (VALENCIENNES, 1844) — белый толстолобик
			4. <i>Pseudorasbora</i> BLEEKER, 1859	4. <i>Pseudorasbora parva</i> (TEMMINCK et SCHLEGEL, 1846) — амурский чебачок
			5. <i>Rutilus</i> RAFINESQUE, 1820	5. <i>Rutilus rutilus</i> (LINNAEUS, 1758) — плотва
	2. Esociformes	2. Esocidae	6. <i>Esox</i> LINNAEUS, 1758	6. <i>Esox lucius</i> LINNAEUS, 1758 — щука
	3. Gasterosteiformes	3. Syngnathidae	7. <i>Syngnathus</i> LINNAEUS, 1758	7. <i>Syngnathus abaster</i> RISSO, 1827 — пухлощёкая рыба-игла
	4. Perciformes	4. Centrarchidae	8. <i>Lepomis</i> RAFINESQUE, 1819	8. <i>Lepomis gibbosus</i> (LINNAEUS, 1758) — обыкновенная солнечная рыба
		5. Percidae	9. <i>Perca</i> LINNAEUS, 1758	9. <i>Perca fluviatilis</i> LINNAEUS, 1758 — речной окунь
		6. Gobiidae	10. <i>Neogobius</i> ILJIN, 1927	10. <i>Neogobius fluviatilis</i> (PALLAS, 1814) — бычок-песочник
			11. <i>Proterorhynchus</i> SMITT, 1899	11. <i>Proterorhynchus semilunaris</i> (HECKEL, 1837) — западно-черноморский бычок-цуцик

нообразии рыб уменьшается, составляя 4 вида на среднем участке и отсутствует на нижнем. Данное обстоятельство связано с уменьшением водности реки вследствие зарегулирования её течения, интенсивного забора воды, а также хозяйственным использованием земель (распашкой и пр.) до самого русла, что в условиях маловодья (уменьшения среднегодового количества атмосферных осадков) приводит к полному высыханию не только участков русла между прудами, но и самих прудов. Воды нижнего

участка реки интенсивно осолоняются за счёт вымывания минеральных солей из подстилающих русло присивашских солончаков. Сам Южный Сиваш после завершения подачи по Северо-Крымскому каналу воды из реки Днепр (прекращению осенних технологических попусков) трансформировался в гипергалинный пересыхающий водоём, непригодный для жизни рыб. Ввиду указанного попадания в реку какой-либо рыбы из него (что наблюдается в нижней части всех приморских рек) исключено.

Библиографический список

География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева [и др.]; науч. рук. сер. Н.С. Ксиров. — М.: Изд-во НУМЦ, 2002. — 432 с.

Делямуре С.А. Рыбы пресных водоёмов. — 2-е изд., исп. и доп. — Симферополь: Крым, 1966 — 68 с.

Карпова Е.П., Болтачев А.Р. Рыбы внутренних водоёмов Крымского полуострова. — Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. — 200 с.

Кулиш А.В., Мальцев В.И., Галкин В.В. Таксономический состав и видовое разнообразие рыб реки Байбуга (Крым) // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы всерос. науч.-практ. конф. — Симферополь: Ариал, 2017. — С. 97—103.

Кулиш А.В., Галкин В.В. Таксономический состав и видовое разнообразие фауны рыб правосторонних притоков среднего и нижнего течения реки Салгир (Крым) // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Симферополь: Ариал, 2018. — С. 206—216.

Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог. — М.: Т-во научных изданий КМК, 2014. — 733 с.

Поверхностные водные объекты Крыма. Управление и использование водных ресурсов: справочник / сост.: А.А. Лисовский [и др.]; под ред. А.А. Лисовского. — Симферополь: Крымучпедгиз, 2011. — 242 с.

УДК 574.522'

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕЙОБЕНТОСА РЫХЛЫХ ГРУНТОВ В АКВАТОРИИ НОВОРОССИЙСКОЙ БУХТЫ

А. Ю. Литвин

Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр КубГУ (НУНИМБЦ), г. Новороссийск, Россия

E-mail: biozentr@yandex.ru

Новороссийская бухта с давних времён вызывает огромный интерес с точки зрения экологии и развития в ней различных биоценозов. В результате антропогенного воздействия в населении донной фауны происходят качественные и количественные изменения. При этом может наблюдаться исчезновение наиболее чувствительных к загрязнению форм и появление организмов, которые приспособились к данным новым условиям. Называемые виды-индикаторы, которые могут быть использованы для оценки загрязнения и степени поражения морской среды. Качественный и количественный состав мейобентоса зависит от характера грунта и уровня техногенной нагрузки. В донных отложениях изучаемой акватории преобладает ил, на фоновой станции — увеличивает-

ся содержание крупнообломочной фракции (ракушечник).

Материалом для написания работы послужили результаты исследований, проводимых в кутовой части Новороссийской бухты на протяжении 2023—2024 гг. Всего отобрано и обработано 80 проб мейобентоса рыхлых грунтов на контрольных станциях и фон (рис. 1).

Отбор проб мейзообентоса рыхлых грунтов производили по общепринятой методике. При помощи дночерпателя Петерсона грунт изымали со дна в контейнеры, и доставляли в лабораторию, где провели промывку пробы через систему сит. Осадок, оставшийся в сите с ячейёй 0,1 мм весь, просматривали под стереоскопическим микроскопом. После чего обнаруженных животных пересчи-

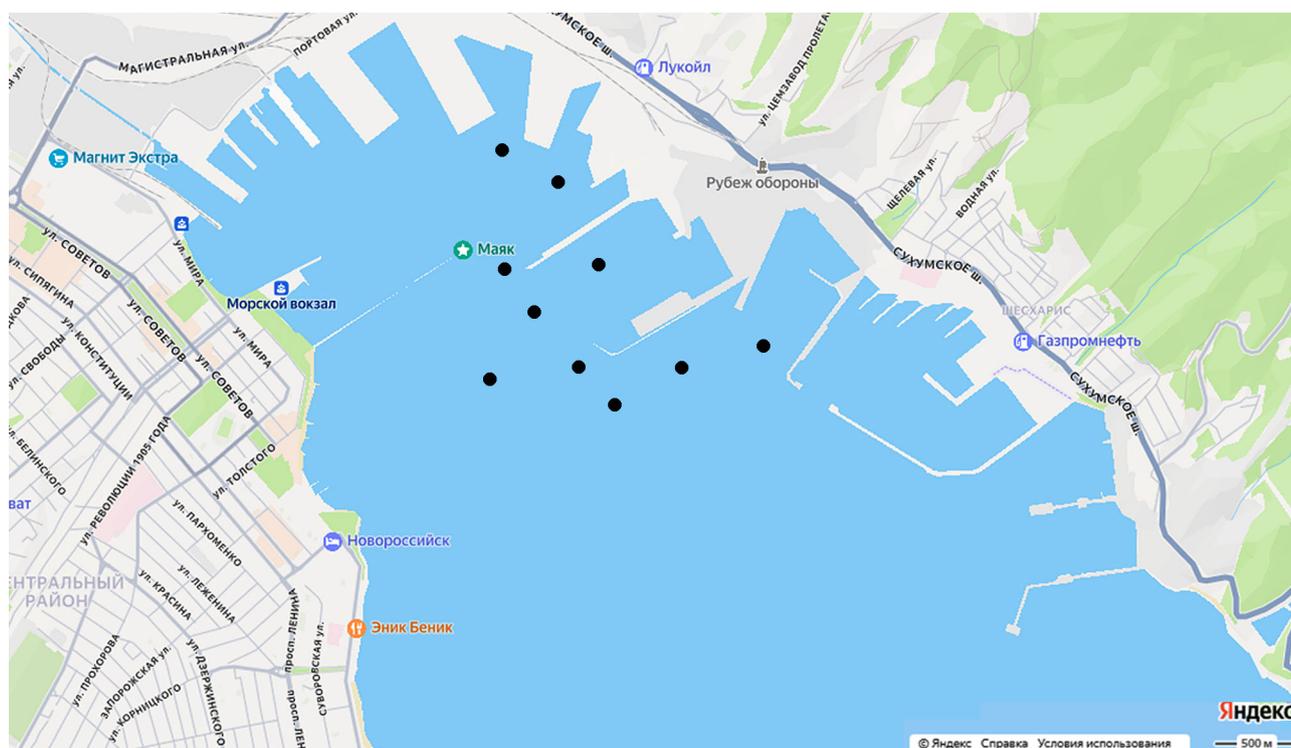


Рис. 1. Карта-схема отбора проб мейзообентоса в акватории Новороссийской бухты

тывали на квадратный метр (Руководство ... , 1980).

Мейзообентос рыхлых грунтов в районе исследования насчитывал 7 крупных таксономических группы, относящихся к эумейобентосу — Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Foraminifera и к псевдомейобентосу — Polychaeta, моллюски — двустворчатые Bivalvia и брюхоногие Gastropoda.

Общая численность мейзообентоса на контрольных причальных станциях варьировала от 70 до 800 экз./м², биомасса — от 0,0035 до 0,0117 г/м². Максимальные показатели численности отмечены в весенний период 415 экз./м², минимальные — зимой 230 экз./м². На фоновой станции показатели численности и биомассы мейзообентоса были выше и составили от 950 до 1 750 экз./м².

Весной зафиксировано 4 крупных таксономических группы, относящихся к эумейобентосу — Nematoda и Foraminifera, и к псевдомейобентосу моллюски — Gastropoda, Bivalvia. Превалировала группа фораминифер, их доля по численности в среднем составила 62,6 %, по биомассе 44 %. Средняя численность и биомасса на станциях около причалов составила 430 экз./м² и 0,0109 г/м². На станции фон, обнаружены те же группы животных, что и на контрольных станциях. Численность и биомасса мейзообентоса здесь выше в 4 и в 2 раза, чем на причальных станциях и составила 1 750 экз./м² и 0,148 г/м².

Летом мейзообентос в районе исследования в период отбора проб был малочислен, на некоторых станциях животные отсутствовали, всего же по району зафиксировано 5 крупных таксономических групп. Из эумейобентоса обнаружены — Nematoda, Foraminifera и ракушковые раки Ostracoda, из псевдомейобентоса моллюски — Gastropoda и Bivalvia. По численности превалировала группа нематод, их доля в среднем составила 65 %. По биомассе доминировала группа фораминифер 37 %. Средняя численность

и биомасса на контрольных станциях составила 373 экз./м² и 0,007 г/м². На фоновой станции обнаружены те же группы животных, что и на контрольных станциях. Численность и биомасса мейзообентоса на фоновой станции несколько выше, чем на станциях контрольных и составила 950 экз./м² и 0,087 г/м².

Осенью мейзообентос рыхлых грунтов в районе исследования представлен пятью таксономическими группами. Из эумейобентоса обнаружены — Nematoda, Foraminifera и ракушковые раки Ostracoda, из псевдомейобентоса моллюски — Gastropoda и Bivalvia. Средняя численность и биомасса на контрольных станциях составила 288 экз./м² и 0,0082 г/м². По численности превалировала группа нематод, их доля в среднем составила 52,8 %. По биомассе доминировала группа фораминифер 47,5 %. На фоновой станции обнаружены из эумейобентоса те же группы животных, что и на контрольных станциях, с добавлением в небольшом количестве остракод. Из псевдомейобентоса зарегистрированы только двустворчатые моллюски. Численность и биомасса мейзообентоса на фоновой станции несколько выше, чем на станциях контрольных и составила 1 120 экз./м² и 0,0098 г/м².

По результатам исследования наблюдается присутствие мейзообентоса в угнетённом состоянии, т. к. группа нематод и группа фораминифер организмы, встречающиеся повсеместно, способны выдерживать высокую антропогенную нагрузку. Моллюски двустворчатые и брюхоногие встречались в большем количестве на фоновой станции, а единично в причальной зоне. На рис. 2 и 3 отображены динамика численности и биомассы мейзообентоса на причальных и фоновой станциях.

Наибольшие значения численности отмечены весной 415 экз./м², к осени идёт снижение плотности 288 экз./м². На фоновой станции от максимума весной 1 750 экз./м², плотность организмов уменьшается к лету 950 экз./м².

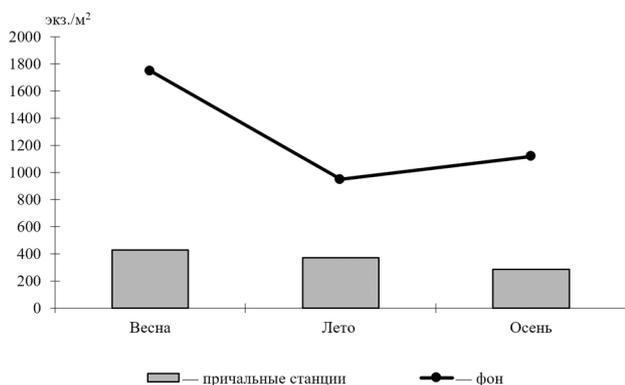


Рис. 2 Изменение численности (экз./м²) в период исследования на причальных и фоновой станциях

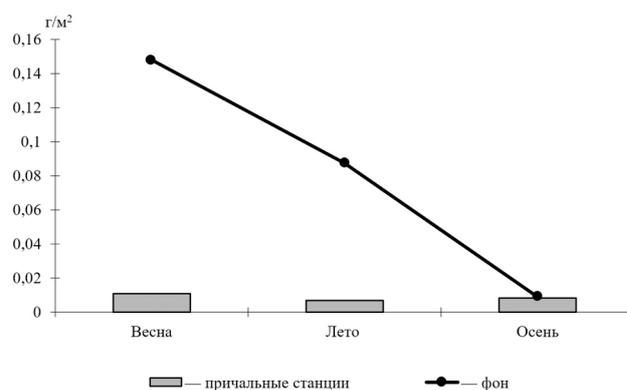


Рис. 3. Изменение биомассы (г/м²) в период исследования на причальных и фоновой станциях

Наибольшие значения биомассы на контрольных станциях отмечены в весной 0,0109 г/м², минимальные летом 0,007 г/м². На фоновой станции идёт снижение биомассы организмов от весны к осени.

Все встречаемые группы мейобентоса характеризуют изучаемый район, как район с высокой антропогенной нагрузкой.

Библиографический список

Киселева М.И., Славина О.А. Качественный состав и количественное распределение макро- и мейобентоса у северного побережья Кавказа // Бентос: сб. ст. / отв. ред. чл.-кор. АН УССР В.А. Водяницкий. — Киев: Наукова думка, 1965. — С. 71—77.

Мокиевский В.О. Экология морского мейобентоса. — М.: Т-во научных изданий КМК, 2009. — 286 с.

Ремизова Н.П., Ермакова Е.П., Ефимова О.В. Современное состояние мейобентоса акватории порта Темрюк // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: материалы XXVIII межреспубл. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию биостанции «Камышанова поляна» им. проф. В.Я. Нагалева. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. — С. 146—151.

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 582.2/.3-152.63(262.54.04)

**ЭПИФИТОН МАКРОФИТОВ НЕКОТОРЫХ РОДОВ У ПОБЕРЕЖЬЯ
КАЗАНТИПА (КРЫМ, АЗОВСКОЕ МОРЕ)**

М. В. Макаров, В. Г. Копий, Т. В. Витер

*Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН, г. Севастополь,
Россия**E-mail: makarov@ibss-ras.ru*

Мыс Казантип находится в восточном Крыму на севере Керченского полуострова. Он омывается водами Азовского моря. В акватории Казантипского природного заповедника макрозообентос исследован относительно мало. Ранее были отдельные работы по изучению донных животных в некоторых биотопах (рыхлые грунты, эпифитон макрофитов и обрастания валунов) в 2006, 2009, 2011 и 2013 гг. (Подводный мир ... , 2016; Макаров, 2010; Макрозообентос ... , 2015). Возле заповедника исследовали только брюхоногих моллюсков (Макаров, 2024). Весь макрозообентос рядом с заповедником, а в эпифитоне макрофитов во всём Азовском море ранее не исследовали.

Цель работы — изучить качественные и количественные характеристики эпифитона макрофитов некоторых родов.

Отбор проб макрофитов осуществляли на мелководье (глубины 0,1—2 м) у побережья Казантипа в Арабатском заливе мешком из мельничного газа. Взято 8 проб цистозир (лето 2022 и 2024 гг.), 2 пробы ульвы (лето 2022 г.) и 7 проб зостеры (осень 2023 и лето 2024 гг.). Макрофиты промывали через сито с ячейкой 0,5 мм, отбирали животных по группам (Annelida, Mollusca и Arthropoda) и идентифицировали их до вида (Определитель ... , 1969—1972, Чухчин, 1984, Киселёва, 2004). Таксономическая принадлежность приводили в соответствии с World Register of Marine Species (www.marinespecies.org). Макрофиты взвешивали на весах Sortorius с точностью до 0,1 г, животных — на торсионных весах с точностью до 0,001 г. Подсчитывали численность и биомассу каждого вида на единицу веса (в килограммах) макрофи-

тов. Для средней численности и средней биомассы макрозообентоса приведён доверительный интервал (Холодов, 2016). Сообщества выделяли по индексу функционального обилия (Сёмкин, Горшков 2010). Для сходства фаун на цистозире и зостере применяли индекс Чекановского-Сёренсена (Одум, 1986). Трофическую принадлежность определяли по (Определитель ... , 1969—1972; Грезе, 1975, 1977; Чухчин, 1984, Киселёва, 2004). Поскольку сейчас в Азово-Черноморском бассейне обитают 2 рода, ранее включавшие 2 вида цистозир, а мы не определяли её до вида, то в данной работе использовано прежнее название — *Cystoseira*.

На макрофитах исследованных родов в окрестностях Государственного природного заповедника «Казантипский» в 2022—2024 гг. обнаружено 38 видов макрозообентоса, относящихся к типам Annelida (5 видов), Mollusca (11 видов) и Arthropoda (22 вида). Не определённые до вида таксоны в подсчётах фигурировали как один вид. Такое соотношение таксонов характерно и для эпифитона цистозир в Чёрном море (Маккавеева, 1979; Макрозообентос зарослей ... , 2020). Среди Mollusca обитают 5 видов Bivalvia и 6 видов Gastropoda.

По индексу функционального обилия в эпифитоне водорослей рода *Cystoseira* выделено сообщество *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819. Для сравнения, в Чёрном море были другие сообщества: моллюсков *Rissoa splendida* EICHWALD, 1830, *Bittium reticulatum* (DA COSTA, 1778) и *Mytilaster lineatus* (GMELIN, 1791) (Макрозообентос зарослей ... , 2020). В эпифитоне цистозир отмечено 22 вида макрозообентоса. По численно-

сти доминировал равноногий рак *Idotea balthica* (PALLAS, 1772) — 495 экз./кг, по биомассе — двустворчатый моллюск *M. galloprovincialis* (27,8 г/кг). Вид *I. balthica* не был отмечен у черноморского побережья Крыма в XXI в., хотя и встречался там в XX в. (Маккавеева, 1979; Макрозообентос зарослей ... , 2020). В эпифитоне морской травы рода *Zostera* обнаружено 27 видов. По численности преобладал брюхоногий моллюск *Hydrobia acuta* DRAPARNAUD, 1805 (722 экз./кг), по биомассе — двустворчатый моллюск *M. lineatus* (3,1 г/кг). Гидробия на зостере встречена и у черноморского побережья Крыма (Макаров, 2025). В эпифитоне водорослей рода *Ulva* летом 2022 г. на Казантипе бентос не обнаружен, хотя в Чёрном море, по собственным данным, он встречается. Коэффициент общности видов Чекановского-Сёренсена в эпифитоне цистозире и зостере составил 0,53.

По трофической принадлежности выделены детритофаги, полифаги, сестонофаги, фитофаги и плотоядные (хищники и эктопаразиты). В эпифитоне цистозире по количеству видов преобладали детритофаги (27 %), по численности — полифаги (56%) преимущественно за счёт *I. balthica*, по биомассе — сестонофаги (96 %) с существенным вкладом мидии. В Чёрном море доминировали другие трофические группы, в частности, фитофаги (Макрозообентос зарослей ... , 2020). На зостере у Казантипа по количеству видов преобладали детритофаги (37 %), по численности и биомассе — сестонофаги (19 и 30 % соответственно).

Таким образом, в эпифитоне исследованных макрофитов у Казантипа отмечено 38 видов макрозообентоса. На цистозире обнаружено 22 вида, на зостере — 27 видов. Общих видов 13. На ульве животные не найдены. Средняя численность выше в зарослях цистозире (928 экз./кг), а средняя биомасса — на зостере (12 г/кг). Выделены сообщества мидии на цистозире и гидробии на зостере. По трофике представлены группы: детритофаги, плотоядные (хищники и эктопаразиты), полифаги, сестонофаги и фитофаги.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по темам «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» (№ гос. регистрации 124022400148-4) и «Изучение биогеохимических закономерностей радиоэкологических и хемозоологических процессов в экосистемах водоёмов Азово-Черноморского бассейна в сравнении с другими акваториями Мирового океана и отдельными водными экосистемами их водосборных бассейнов для обеспечения устойчивого развития на южных морях России (№ гос. регистрации 124030100127-7).

Авторы выражают Благодарности сотрудникам ФИЦ ИнБЮМ за помощь в экспедициях: Белоусовой Ю.В., Ковалёвой М.А., Литвину Ю.И., Тимофееву В.А., а также Бондаренко Л.В. за определение ракообразных.

Библиографический список

- Грезе И.И. Амфиподы Чёрного моря и их биология. — Киев: Наукова думка, 1977. — 154 с.
- Грезе И.И. Фауна Украины. Высшие ракообразные. Амфиподы. — Киев: Наукова думка, 1985. — Т. 26, № 5. — 172 с.
- Киселёва М.И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Чёрного и Азовского морей. — Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН, 2004. — 409 с.
- Макаров М.В. Таксоцен Mollusca в эпифитоне макрофитов побережья Казантипа (Крым, Азовское море) // Биоразнообразие и устойчивое развитие: тез. док.

Международ. науч.-практ. конф. — Симферополь: Крымский научный центр НАН Украины и МОН Украины, 2010. С. 84—85.

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.

Макаров М.В. Фауна Gastropoda в различных биотопах у побережья Казантипа (Крым, Азовское море) // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан». — 2024. — № 15. — С. 165—171.

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 естественных твёрдых субстратов в акваториях, примыкающих к Керченскому полуострову / М.В. Макаров, М.А. Ковалёва, Н.А. Болтачева, В.Г. Копий // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біологія. — 2015. — № 3—4 (64). — С. 425—428.

Одум Ю. Экология. — М.: Мир, 1986. — 376 с.

Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные: в 3 т. / под общ. рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. — Киев: Наукова думка, 1968—1972.

Подводный мир Казантипского природного заповедника: к 15-летию Казантипского природного заповедника / А.Р. Болтачев [и др.]; под общ. ред. А.Р. Болтачева, Ю.А. Загородней. — Симферополь: Бизнес-Информ, 2016. — 112 с.

Сёмкин Б.И., Горшков М.В. Об оценке сходства и различия в серии флористических и фитоценологических описаний // Комаровские чтения. — 2010. Вып. 57. — С. 203—220.

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.

World register of marine species. URL: <http://www.marinespecies.org>.

УДК 574.52:504.45.058

ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЛЯЖЕЙ ГОРОДА НОВОРОССИЙСКА МИКРОПЛАСТИКОМ

И. Ю. Матасова¹, О. Г. Бовшес², Н. А. Зайцев²¹Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия²Транспортный колледж Государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова, г. Новороссийск, Россия

E-mail: biozentr@yandex.ru

Актуальность работы обусловлена все возрастающим загрязнением морской среды микропластиком, что представляет серьёзную угрозу для морской экосистемы и здоровья человека. Термин «микропластик», появившийся в 2004 г., подразумевает под собой любой тип пластикового фрагмента (вне зависимости от его химического состава) длиной от 5 до 0,001 мм (Ашурков, Лаврова, 2019; Зобков, Есюкова, 2018).

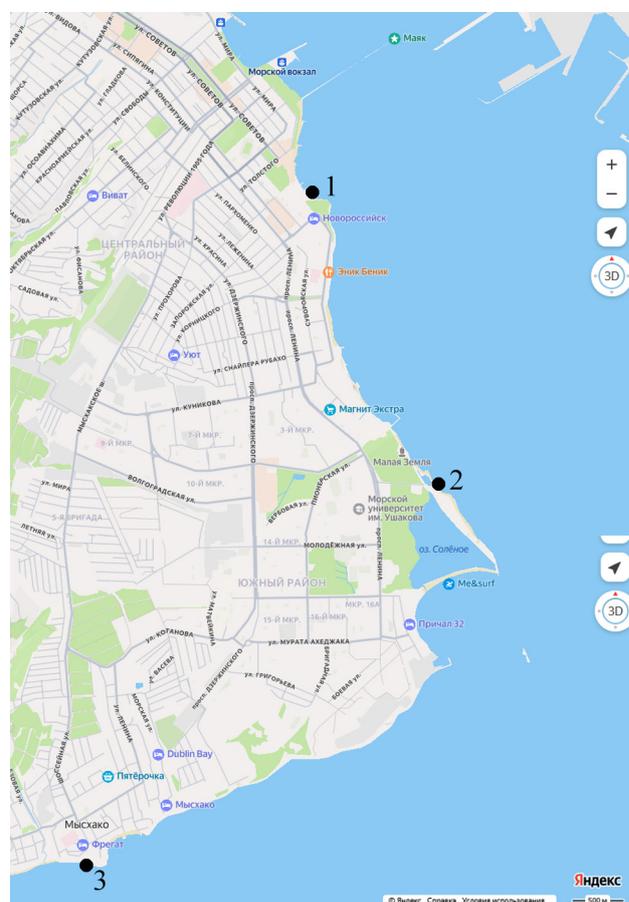
Изучение загрязнения пляжей города Новороссийска проводилось в два этапа. На первом этапе исследования были обследованы западные берега Цемесской бухты Чёрного моря, использующиеся в целях рекреации, с целью определения их загрязнения пластиковыми отходами, которые являются одним из источников поступления микропластика. Визуальные наблюдения показали повсеместное наличие пластиковых отходов различного состава и назначения как на берегу, так в воде.

На втором этапе в летний период 2024 г. был проведён отбор проб воды и донных отложений на трёх станциях (рисунок).

Отбор проб воды для определения микропластика проводилось с помощью зоопланктонной сети Джеди (диаметр входного отверстия 25 см, размер ячеи 100 мкм), через которую на каждой станции наблюдения фильтровалось по 50 л воды. Осевший на сетке материал смывали дистиллированной водой с дальнейшей фильтрацией смыва через фильтровальную бумагу.

Также на каждой станции отбирались по 400 г донных отложений. Обработка проб донных отложений включала

в себя несколько этапов: высушивание, просеивание через сита с диаметром ячей 5 и 0,3 мм, плотностное разделение, окисление перекисью водорода 30 %, фильтрование (Зобков, Есюкова, 2018).



Расположение станций отбора проб морской воды и донных отложений:

1 — станция 1 «Центральный пляж»; 2 — станция 2 «Мемориал «Малая Земля»»; 3 — станция 3 «Пляж Мысхако»

Осаждённые на фильтровальной бумаге после обработки проб морской воды и донных отложений частицы подвергали визуальному анализу под стереоскопическим микроскопом с исполь-

Результаты исследования загрязнения проб воды и донных отложений микропластиком

Станция наблюдения	Содержание микропластика	
	Вода, г/дм ³	Донные отложения, г/кг
1 «Центральный пляж»	0,00001	0,00225
2 «Мемориал “Малая Земля”»	0,000008	0,00275
3 «Пляж Мысхако»	0,000046	0,00225

зованием ряда критериев отнесения частиц к микропластику (неестественная окраска частиц, форма, характеристика края, отсутствие клеточной структуры) (Зобков, Есюкова, 2018).

По результатам исследования микропластик был обнаружен как в морской воде, так и в донных отложениях в виде нитей и обломков разнообразных формы и цвета размером от 0,3 до 5 мм (таблица).

Содержание микропластика в морской воде варьировало от 0,000008 (станция 2) до 0,000046 г/дм³ (станция 3), в донных отложениях — от 0,00225 (станции 1, 3) до 0,00275 г/кг (станция 2). Более высокие значения концентраций микропластика могут быть связано с тем, что хотя пластиковые частицы легче воды, однако они со временем обрастают микроводорослями и бактериями и в итоге опускаются на дно водоёма.

Библиографический список

Ашурков А.В., Лаврова А.В. Микропластик в морской среде: источники, распределение и влияние на экосистемы // Экология и промышленность России. — 2019. — № 23 (6). — С. 23—30.

Зобков М.Б., Есюкова Е.Е. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов // Океанология. — 2018. — Т. 58, № 1. — С. 149—157.

УДК 574.52:504.45.058

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ И ФИТОПЛАНКТОНА
В АКВАТОРИИ ЗАТОПЛЕНИЯ СУДОВ «ВОЛГАНЕФТЬ-212»
И «ВОЛГАНЕФТЬ-239» В ДЕКАБРЕ 2024 Г.**

И. Ю. Матасова, В. Ф. Теюбова, А. В. Тындык

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

Разливы нефти и нефтепродуктов представляют серьёзную угрозу морской среде, вызывая долговременные негативные последствия для экосистем и здоровья населения. В представленной работе представлены результаты исследований состояния морской воды, донных отложений и водных биологических ресурсов в акватории затопления носовой и кормовой частей судна «Волганефть-212» и носовой части судна «Волганефть-239» в результате аварии, произошедшей в Керченском проливе в декабре 2024 г.

Мониторинговые исследования в акватории черноморского Керченского предпроливья коллективом филиала ФГБОУ ВО «КубГУ» — Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр (НУНИМБЦ) проводятся регулярно (Мониторинг состояния ... , 2021; Ремизова, Теюбова, 2021; Студиград, 2018). Цель работы — исследование содержания нефтепродуктов в морской воде и количественных и качественных характеристик фитопланктона сообщества в Керченском проливе через три месяца после катастрофы — в марте 2025 г.

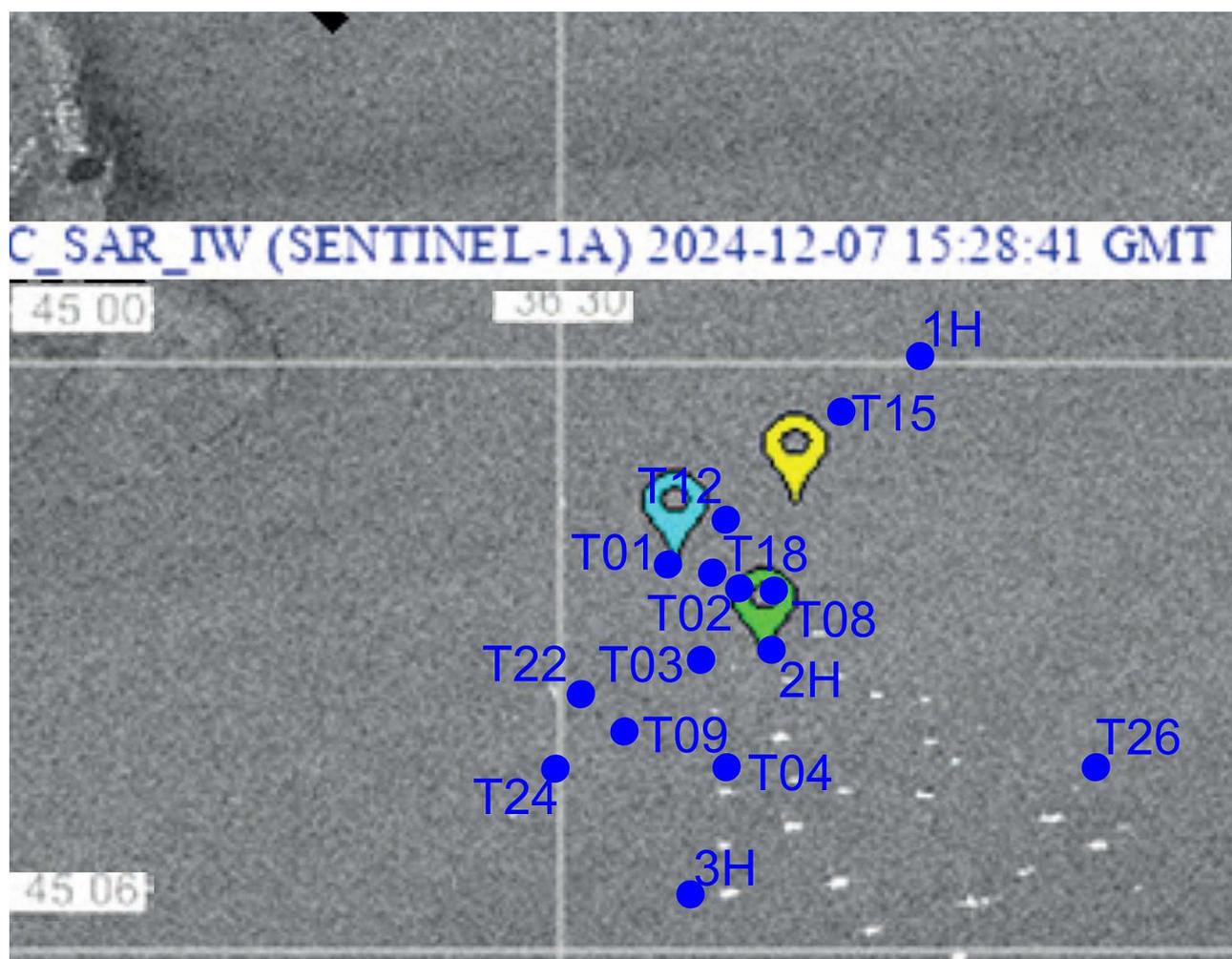


Схема пробоотбора

Схема расположения станций отбора проб представлена на рисунке. Картографическая основа схемы пробоотбора — фрагмент радиолокационного изображения северо-восточной части Чёрного моря, полученного 7 декабря 2024 г. в 15:28 GMT (до аварии) (Лаврова, Лупян, Костяной, 2025). Положение затопленных частей танкеров отмечено метками (сверху вниз): корма танкера «Волгонефть-212», нос танкера «Волгонефть-212», нос танкера «Волгонефть-239». Многочисленные белые точки — суда на данной акватории.

Отбор морской воды и фитопланктона проводили сотрудники АО «Южморгеология» с борта НИС «Акварин» с использованием специализированных пробоотборников из трёх горизонтов: поверхностного, 10 м и придонного. Глубина в месте отбора составляла 25—30 м.

Определение нефтепродуктов в морской воде и донных отложений проводили в аккредитованной лаборатории НУНИМБЦ с использованием методик ПНД Ф 14.1:2.4.128-98 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Обработку гидробиологических проб проводили с использованием стандартных методик.

Концентрация нефтепродуктов в

морской воде во всех отобранных пробах была в 5 и более раз ниже установленной величины ПДК для рыбохозяйственных водоёмов и варьировала от аналитического нуля (в 77,8 % исследованных проб) до 0,01 мг/дм³.

Видовое разнообразие фитопланктона изменялось по станциям и горизонтам пробоотбора от 9 до 14 видов (Bacillariophyta — 7—9 видов, Miozoa — 1—2 вида, Naptophyta, Chlorophyta и Ochrophyta — по 1 виду). Индекс Сёренсена-Чекановского, превышающий 66 %, указывает на довольно высокую общность таксономического состава между станциями и горизонтами исследования. Наибольшее видоразнообразие наблюдалось на поверхностном горизонте станции 2 Н, наименьшее — на глубине 10 м той же станции. Численность и биомасса фитопланктона изменялись в широких пределах, составляя в среднем в поверхностном горизонте — 59,3 млн кл./м³ и 28,6 мг/м³, на глубине 10 м — 54,9 млн кл./м³ и 26,8 мг/м³, в придонном горизонте — 67,2 млн кл./м³ и 20,1 мг/м³ соответственно (таблица). Наибольшая биомасса микроводорослей выявлена в придонном горизонте станции 1 Н, численность — на глубине 10 м той же станции. Основную роль в составе фитопланктона играли диатомеи, среди которых превалировала *Skeletonema costatum*.

Таким образом, загрязнение морской воды нефтепродуктами в районе затопления фрагментов танкеров «Вол-

Количественные характеристики фитопланктона в черноморского Керченского предпроливья в марте 2025 г.

№ станции	Горизонт	Количественные показатели фитопланктона	
		Численность, млн кл./м ³	Биомасса, мг/м ³
1 Н	поверхностный	71,2	29,6
1 Н	10 м	87,8	53,0
1 Н	придонный	91,6	26,5
2 Н	поверхностный	64,1	45,1
2 Н	10 м	26,6	12,9
2 Н	придонный	47,2	12,6
3 Н	поверхностный	42,5	11,2
3 Н	10 м	50,3	14,6
3 Н	придонный	62,8	21,1

ганефть-212» и «Волганефть-230» не выявлено. Фитопланктон изучаемой акватории развивался в соответствии с сезонным циклом, состав и структура его на момент исследований (март 2025 г.) типичны для черноморского Керченского предпроливья.

Выражаем благодарность коллективу АО «Южморгеология» и персонально заместителю директора по комплексным геологическим работам Ивану Владимировичу Леонтьеву за содействие в отборе проб.

Библиографический список

Лаврова О.Ю., Луян Е.А., Костяной А.Г. Последствия аварий танкеров в черноморском Керченском предпроливье 15 декабря 2024 г.: комплексный анализ спутниковых и метеорологических данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2025. — Т. 22, № 2. — С. 282—299.

Мониторинг состояния морских сообществ Керченского пролива в 2020 году / А.С. Загорская, А.Ю. Литвин, И.Ю. Матасова [и др.] // Актуальные проблемы геоэкологии и природопользования: материалы II всерос. науч.-практ. конф. / отв. ред. М.Ю. Беликов. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021. — С. 89—93.

Ремизова Н.П., Теубова В.Ф. Состав и структура планктонных сообществ в прибрежной зоне Таманского полуострова (Керченский пролив, сентябрь, 2018) // Океанологические исследования. — 2021. — Т. 49, № 1. — С. 37—52.

Студиград Н.П. Современное состояние летнего ихтиопланктонного сообщества в шельфовой зоне Керченского предпроливного пространства // Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана: сб. тез науч.-практ. школы-конференции. — Севастополь: ФГБНУ «Институт природно-технических систем», 2018. — С. 154—156.

УДК 574.583

ВЕСЕННИЕ СООБЩЕСТВА ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЁР БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ УЗБЕКИСТАНА

З. А. Мустафаева

*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,
Республика Узбекистан
E-mail: zuri05@mail.ru*

Целью исследований было изучение современного состояния качественного и количественного развития сообществ фитопланктона, как одного из объектов естественной кормовой базы отдельных водоёмов Бухарской области.

В апреле 2025 г. проведены рекогносцировочные исследования трёх солёных озёр Каракир, Аякагитма и Зимонбобо. Исследованные озера были образованы в основном дренажными водами в конце 1980-х и 1990-х гг. Озёра окружены солончаками и песчаной пустыней Кызылкум. Водой озёра пополняются зимой и весной, в основном водами с р. Зарафшан и прилегающих коллекторов. В летний период вода озёр используется на нужды сельского хозяйства.

Фитопланктон. Микроскопические растительные организмы, свободно парящие в толще воды и осуществляющие фотосинтез, и являющийся одним из важнейших элементов водных экосистем, участвующих в формировании качества вод и продуктивности водоёма.

Отбор проб фитопланктона осуществляли однолитровым батометром Паталаса; сливали по 250 мл в 500 мл посуду, смешивали (т. е. отбирали интегральные пробы). Для «мягкой» фиксации проб фитопланктона использовали раствор Люголя (до слабо-жёлтого цвета) с последующим добавлением 10 мл 40%-го формалина.

Сбор проб фитопланктона проводился по общепринятым альгологическим методикам (Усачев, 1961; Киселев, 1969; Федоров, 2006), а для идентификации видового состава микроводорослей использовали определители (Определитель низших растений, 1977; Мошкова,

Голлербах, 1986; Музафаров, Эргашев, Халилов, 1988; Определитель вольвоксовых ... , 2014). Для подсчёта численности водорослей использовали счётные камеры Горяева.

Всего в весенних 2025 г. пробах фитопланктона по исследованным озёрам Бухарской области было обнаружено от 30 до 72 видов, разновидностей и форм микроводорослей (таблица).

Таксономический состав весеннего фитопланктона озёр Бухарской области (07—11.04.2025 г.)

Таксон	Водоём		
	оз. Каракир	оз. Аякагитма	оз. Зимонбобо
Cyanophyta	7	5	9
Bacillariophyta	27	14	51
Cryptophyta	1	—	—
Euglenophyta	1	—	—
Dinophyta	7	—	6
Chlorophyta	8	11	6
<i>Всего:</i>	51	30	72

Доминантный комплекс фитопланктонных сообществ исследованных участков озёр был представлен, в основном, продуцентами, наибольшего развития и разнообразия среди которых достигают диатомовые водоросли, зелёные, сине-зелёные водоросли, а также с единичным обилием отмечены криптофитовые, эвгленовые, динофитовые водоросли.

В весенних пробах 2025 г. сине-зелёные водоросли (Cyanophyta) исследованных участков озёр представлены слабо

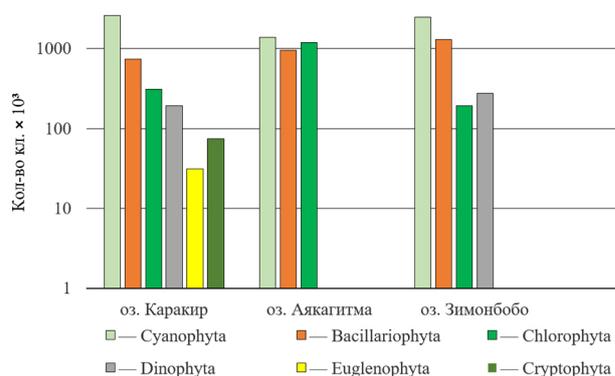
умеренно от 5 до 9 видов, что составило по озёрам Каракир — 13,73 %, Аязкагитма — 16,67 %, Зимонбобо — 12,5 % от общего числа видов. В пробах преобладают планктонные колониальные и нитчатые сине-зелёные водоросли β -, β - α -мезосапробных условий из родов *Merismopedia*, *Microcystis*, *Dactylococcopsis*, *Gloeocapsa*, *Gomphosphaeria*, и виды сем. Oscillatoriaceae. Численность сине-зелёных водорослей в весенних пробах колеблется в пределах: 1 381,250×10³ кл./л до 2 587,500×10³ кл./л, а биомасса соответственно составила — 34,00 мг/л — 94,475 мг/л. Необходимо отметить, что видовой состав сине-зелёных водорослей представлен более разнообразно в пробе из оз. Зимонбобо (*Dactylococcopsis acicularis* LEMM., *Merismopedia glauca* (EHR.) NAG., *Microcystis aeruginosa* WORON., виды рода *Gloeocapsa alpina* NAG. end. BREND., *Osc. limnetica* LEMM., *Gl. formosa* BORY, *Phormidium papillaterminatum* KISSEL., *Spirulina laxissima* KÜTZ. и др.).

Диатомовые (Bacillariophyta) водоросли занимают доминирующее положение в весеннем фитопланктоне озёр Бухарской области: оз. Каракир — 27 видов или 52,94 %, оз. Аязкагитма — 14 видов или 40,67 % и оз. Зимонбобо — 51 вид или 70,83 %. Из-за небольших глубин и ветровом перемешивании водных масс, диатомеи в фитопланктоне озёр представлены как планктонными, так и фитобентосными пресноводно-солонатоводными α -, α - β -, β - и β - α -мезосапробными видами и формами *Melosira varians* AG., *Cyclotella meneghiniana* KÜTZ., *C. kuetzingiana* THW., *C. caspia* GRUN., *Fragilaria crotonensis* KITZ., *Fr. capucina* DESM., *Synedra acus* KÜTZ., а так же галофильными солонатово-морскими формами, характерные для водоемов с повышенной минерализацией воды — *Mastogloia smithii*, *M. lanceolata*, *M. elliptica*, *Amphiprora paludosa*, *Amphora veneta*, *Amp. coffeiformis*, *Amp. olsatica*, *Amp. proteus*, *Amp. commutata*, *Navicula kolbei*, *N. protracta v. v. subcapitata*, *N. spicula*, *Bacillaria paradoxa* GMELIN, *Nitzschia amphibia*

GRUN. и др. Наибольшая численность диатомей отмечена для оз. Зимонбобо, которая составила 1306,250×10³ кл./л, а биомасса 976,063 мг/л. Из-за крупных форм клеток диатомовых биомасса показала соответственно и большие значения: оз. Каракир — 327,406 мг/л и по оз. Аязкагитма — 361,563 мг/л.

В пробах фитопланктона отмечено умеренное развитие зелёных водорослей (оз. Каракир — 15,69 %, оз. Аязкагитма — 53,33 % и оз. Зимонбобо — 8,33 %), которые представлены в основном планктонными протококковыми видами из родов *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Langerheimia*, *Cystococcus*, *Oocystis*, *Dactylococcopsis*, *Chodatella*, *Palmella*, *Siderocelis*, *Tetraedron*, *Scenedesmus* и др.).

В пробах весеннего фитопланктона оз. Каракир с невысоким обилием 1—5 вида были отмечены криптофитовые и эвгленовые водоросли в основном видами из родов *Cryptomonas* и *Thrachelomonas*; динофитовые субдоминантно (1—12 клеток) были отмечены в пробах озёр Каракир и Зимонбобо родами *Glenodinium*, *Gymnodinium*, *Peridinium*, что сказалось на качественном и количественном развитии: численность которых колебалась 193,750×10³ кл./л и 275,00×10³ кл./л, а биомасса составила соответственно от 499,656 мг/л и 206,013 мг/л.



Сравнительная характеристика таксономического разнообразия и количественного развития весеннего фитопланктона исследованных участков озёр Бухарской области, 07—11.04.2025 г.

Как видно из рисунка доминантный комплекс фитопланктонных сообществ

исследованных участков озёр Бухарской области был представлен, в основном, продуцентами, наибольшего развития и разнообразия среди которых достигают сине-зелёные, диатомовые водоросли и зелёные водоросли. Остальные таксономические группы водорослей фитопланктона отмечены с невысоким обилием (криптофитовые, эвгленовые, динофитовые).

В весенних пробах озёр Каракир и Аязкагитма преобладают пресново-

дно-солонатоводные формы α - β -, β -мезосапробных условий. В пробе оз. Зимонбобо отмечены солонатоводные и солонатово-морские формы β - α , α -сапробных условий родов *Amphora*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Bacillaria*, что характеризует его как умеренно-загрязнённые воды с заметным повышением минерализации воды по сравнению с двумя другими водоёмами.

Библиографический список

Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоёмов: в 2 т. Т. 1: Вводные и общие вопросы планктологии. — Л.: Наука, 1969. — 658 с.

Мошкова Н.А., Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 10: Зелёные водоросли. Класс Улотриксковые. — Л., Наука, 1986. — 378 с.

Музафаров А.М., Эргашев А.Э., Халилов С. Определитель сине-зелёных водорослей Средней Азии. — Ташкент: Фан, 1988. — Т. 2, 3. — 1216 с.

Определитель вольвоксовых водорослей Узбекистана / С.А. Халилов, Р.Ш. Шоякубов, З.А. Мустафаева, Х.Э. Эргашева, Б.К. Каримов, Т.Ж. Тожибаев, Х.А. Алимжанова. — Ташкент: Наманган, 2014. — 215 с.

Определитель низших растений: учеб. пособие для ун-тов: в 5-ти т. Т. 1: Водоросли / Л.И. Курсанов, М.М. Забелина, К.И. Мейер, Я.В. Ролл, Н.И. Пешинская; под общ. ред. проф. Л.И. Курсанова. — М.: Советская наука, 1977. — 396 с.

Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Труды ВГБО. — 1961. — Вып. 11. — С. 411—415.

Федоров В.Д. Практическая гидробиология пресноводных экосистем. — М.: ИГУ, 2006. — 365 с.

УДК 597.556.333.1(470.620)

**МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЫЧКА СИРМАНА
(ШИРМАНА) *PONTICOLA (NEOGOBIUS) SYRMAN* (NORDMANN, 1840)
И ЕГО РОЛЬ В ЭКОСИСТЕМЕ БАССЕЙНА РЕКИ КУБАНЬ
(НА ПРИМЕРЕ АЗОВСКИХ ЛИМАНОВ)**

В. И. Лежепеков, Г. К. Плотников

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: vitja-le@rambler.ru

Бычок сирман (бычок-ширман) [*Ponticola syrman* (NORDMANN, 1840)] является объектом промысла в Азовском море, так же имеет малое промысловое значение в Азовских лиманах, это обусловлено тем, что целенаправленно его не ловят, входит в улов, отобранный стационарными орудиями лова. Распространён в Чёрном, Азовском и Каспийском морях, включая прилегающие эстуарии и нижние течения рек (Дунай, Днестр, Днепр, Дон, Кубань, Волга). Обитает на песчаных, илистых и каменистых грунтах, преимущественно в прибрежной зоне. Окраска серая, на боках крупные светло-бурые пятна, поперечных рядов чешуй 58—71. Голова вальковатая, тёмная полоса от глаза до верхней губы. Лучей в плавниках: D_1 VI, D_2 I 16—18, A I 12—14. На D_1 3 светлые и 3 тёмные поперечные полосы, на D_2 , A и хвостовом имеются голубые полосы вдоль лучей (Москул, 2021; Плотников, 2009).

Нерест приходится на май—июнь при температуре воды 10—21 °С. Самки откладывают икру порционно в гнёзда,

построенные самцами, в 1 гнезде может быть икра от нескольких самок. Самцы охраняют гнёзда и омывают икру водой до вылупления личинки, после уходят на нагул. Инкубационный период длится до 15 дней. Плодовитость самок от 2 до 12 тыс. икринок. Половой зрелости бычок сирман достигает в возрасте 2—3 года, при длине тела 10—12 см, когда масса тела составляет 25—30 г (Берг, 1948; Плотников, 2009; Москул, 2021).

Помимо промыслового значения, бычок сирман входит в кормовую базу ценных промысловых хищников (щука, судак, сом и др.).

Внешний вид бычка сирмана представлен на рисунке.

По характеру питания сирман относится к хищным рыбам. Основу рациона составляют мелкие рыбы и ракообразные.

Продолжительность жизни 4—5 лет.

Цель работы — изучить морфобиологическую характеристику бычка сирмана и оценить его роль в экосистеме водоёмов в экосистеме бассейна р. Кубань



Бычок сирман [*Ponticola syrman* (NORDMANN, 1840)]

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: изучить морфологические особенности бычка сирмана; оценить основные черты биологии бычка сирмана (размерно-возрастного и полового состава, темпы роста, особенности размножения); оценить роль бычка сирмана в экосистеме водоёмов бассейна низовьев р. Кубань.

Материал и методы

Ихтиологический материал для характеристики размерно-возрастной и половой структуры популяции бычка

отбирали в начале ноября в лимане Рясный. Отбор материала осуществляли в осенний период при помощи сетных орудий лова.

Разбор материала проводили по методике, которая была изложена в трудах (Чугунова, 1959; Правдин, 1966).

Полученные данные были обработаны стандартными статистическими методами (Лакин, 1990).

Всего отобрано и обработано 53 ос.

Морфологическая характеристика бычка сирмана

Морфологическая характеристика бычка сирмана представлена в табл. 1.

Таблица 1

Морфобиологические признаки бычка сирмана ($n = 53$)

Признак	<i>Min—max</i>	<i>M ± m</i>	σ	<i>Cv, %</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Морфобиологические признаки бычка сирмана ($n = 53$)				
Масса рыбы, г	19,9—60,7	34,59 ± 1,71	12,51	36,18
Длина всей рыбы (<i>ab</i> или <i>L</i>)	11,8—18,9	14,10 ± 0,30	2,20	15,61
Длина рыбы без <i>C</i> (<i>ad</i> или <i>l</i>)	10,0—15,5	11,73 ± 0,24	1,76	15,03
Меристические признаки				
Рядов чешуй	59,0—70,0	65,69 ± 0,50	3,67	5,58
Лучей в <i>D</i> I	6,0—6,0	6,0 ± 0,0	0,0	0,0
Лучей в <i>D</i> II	18,0—19,0	18,67 ± 0,06	0,47	2,52
Лучей в <i>A</i>	14,0—15,0	14,94 ± 0,03	0,23	1,56
Пластические признаки				
Длина головы (<i>ao</i>)	2,5—4,6	3,20 ± 0,08	0,65	20,35
Высота головы у затылка (<i>lm</i>)	1,5—2,6	2,04 ± 0,05	0,36	18,06
Длина рыла (<i>an</i>)	0,9—2,0	1,27 ± 0,04	0,33	25,85
Диаметр глаза (горизонтальный) (<i>np</i>)	0,4—0,9	0,54 ± 0,01	0,13	24,41
Заглазничный отдел головы (<i>po</i>)	1,2—2,5	1,70 ± 0,05	0,40	23,61
Ширина лба	0,4—0,6	0,48 ± 0,005	0,04	8,48
Наибольшая высота тела (<i>gh</i>)	2,0—2,9	2,38 ± 0,04	0,30	12,94
Наименьшая высота тела (<i>ik</i>)	1,0—1,4	1,17 ± 0,01	0,11	9,36
Длина хвостового стебля (<i>fd</i>)	1,5—2,6	1,95 ± 0,04	0,34	17,87
Антедорсальное расстояние (<i>aq</i>)	3,3—5,2	4,02 ± 0,08	0,60	15,04
Расстояния от ануса до <i>A</i> (<i>ay</i>)	0,5—0,9	0,68 ± 0,01	0,10	14,98
Длина основания I <i>D</i> (<i>qs</i>)	1,5—2,2	1,84 ± 0,02	0,21	11,81
Длина основания II <i>D</i> (<i>q₁s₁</i>)	3,0—5,4	3,96 ± 0,11	0,81	20,53
Расстояние между I <i>D</i> и II <i>D</i>	0,3—0,4	0,3 ± 0,001	0,01	4,55
Наибольшая высота I <i>D</i> (<i>tu</i>)	1,3—1,4	1,3 ± 0,001	0,01	1,05
Наибольшая высота II <i>D</i> (<i>t₁u₁</i>)	1,4—1,5	1,47 ± 0,005	0,04	2,94
Длина <i>P</i> (<i>vx</i>)	2,2—4,2	2,97 ± 0,08	0,63	21,29
Ширина <i>P</i> (<i>vx₁</i>)	1,3—2,0	1,68 ± 0,03	0,23	14,17
Длина <i>V</i> (<i>zz₁</i>)	1,7—2,6	2,20 ± 0,04	0,33	15,15
Длина основания <i>A</i> (<i>yy₁</i>)	2,4—3,5	2,93 ± 0,04	0,34	11,84
Наибольшая высота <i>A</i> (<i>ej</i>)	1,0—1,0	1,0 ± 0,0	0,0	0,0

Продолжение табл. 1

Морфобиологические признаки самцов бычка сирмана								
Признаки	Самцы ($n = 23$)				Самки ($n = 30$)			
	<i>Min—max</i>	$M \pm m$	σ	$Cv, \%$	<i>Min—max</i>	$M \pm m$	σ	$Cv, \%$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Масса рыбы, г	21,0—60,0	35,33 ± 2,58	12,4	35,08	19,9—60,7	34,02 ± 2,29	12,79	37,58
Длина всей рыбы (<i>ab</i> или <i>L</i>)	11,8—18,9	14,2 ± 0,46	2,25	15,84	12,0—18,5	14,02 ± 0,39	2,19	15,68
Длина рыбы без <i>C</i> (<i>ad</i> или <i>l</i>)	10,0—15,5	11,81 ± 0,37	1,82	15,40	10,0—15,2	11,68 ± 0,31	1,75	14,99
Меристические признаки								
Рядов чешуй	59,0—70,0	65,47 ± 0,85	4,08	6,24	59,0—70,0	65,86 ± 0,6	3,38	5,13
Лучей в <i>D I</i>	6,0—6,0	6,0 ± 0,0	0,0	0,0	6,0—6,0	6,0 ± 0,0	0,0	0,0
Лучей в <i>D II</i>	18,0—19,0	18,69 ± 0,09	0,47	2,51	18,0—19,0	18,66 ± 0,08	0,47	2,56
Лучей в <i>A</i>	15,0—15,0	15,0 ± 0,0	0,0	0,0	14,0—15,0	14,9 ± 0,05	0,3	2,04
Пластические признаки								
Длина головы (<i>ao</i>)	2,5—4,6	3,18 ± 0,67	0,67	21,18	2,5—4,5	3,21 ± 0,11	0,64	20,06
Высота головы у затылка (<i>lm</i>)	1,5—2,6	2,01 ± 0,07	0,36	17,99	1,5—2,5	2,07 ± 0,06	0,37	18,3
Длина рыла (<i>an</i>)	0,9—2,0	1,24 ± 0,06	0,32	26,23	0,9—1,9	1,3 ± 0,06	0,33	25,86
Диаметр глаза (горизонтальный) (<i>np</i>)	0,4—0,9	0,54 ± 0,02	0,14	25,91	0,4—0,8	0,54 ± 0,02	0,12	23,62
Заглазничный отдел головы (<i>po</i>)	1,2—2,5	1,72 ± 0,08	0,41	23,83	1,2—2,4	1,69 ± 0,07	0,4	23,82
Ширина лба	0,4—0,6	0,48 ± 0,009	0,04	9,39	0,4—0,5	0,48 ± 0,006	0,03	7,84
Наибольшая высота тела (<i>gh</i>)	2,0—2,9	2,42 ± 0,06	0,3	12,68	2,0—2,8	2,34 ± 0,05	0,3	13,18
Наименьшая высота тела (<i>ik</i>)	1,0—1,4	1,2 ± 0,02	0,11	9,52	1,0—1,3	1,15 ± 0,01	0,104	8,99
Длина хвостового стебля (<i>fd</i>)	1,5—2,6	1,98 ± 0,07	0,34	17,58	1,5—2,5	1,93 ± 0,06	0,35	18,34
Антедорсальное расстояние (<i>aq</i>)	3,3—5,2	4,06 ± 0,12	0,59	14,69	3,3—5,1	3,99 ± 0,11	0,62	15,51
Расстояния от ануса до <i>A</i> (<i>ay</i>)	0,5—0,9	0,69 ± 0,02	0,11	16,26	0,5—0,8	0,68 ± 0,01	0,09	14,13
Длина основания I <i>D</i> (<i>qs</i>)	1,5—2,2	1,86 ± 0,04	0,22	11,94	1,5—2,1	1,83 ± 0,03	0,21	11,84
Длина основания II <i>D</i> (q_{1s_1})	3,0—5,4	4,01 ± 0,16	0,8	20,1	3,1—5,4	3,92 ± 0,14	0,82	21,15
Расстояние между I <i>D</i> и II <i>D</i>	0,3—0,4	0,3 ± 0,004	0,02	6,85	0,3—0,3	0,0 ± 0,0	0,0	0,0
Наибольшая высота I <i>D</i> (<i>tu</i>)	1,3—1,4	1,3 ± 0,004	0,02	1,59	1,3—1,3	0,0 ± 0,0	0,0	0,0
Наибольшая высота II <i>D</i> (t_{1u_1})	1,4—1,5	1,48 ± 0,007	0,03	2,31	1,4—1,5	1,46 ± 0,008	0,04	3,26

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина P (vx)	2,2—4,2	$2,91 \pm 0,12$	0,6	20,81	2,3—4,2	$3,03 \pm 0,11$	0,66	21,80
Ширина P (vx_1)	1,3—2,0	$1,68 \pm 0,05$	0,24	14,51	1,3—2,0	$1,68 \pm 0,04$	0,23	14,16
Длина V (zz_1)	1,7—2,6	$2,2 \pm 0,07$	0,34	15,68	1,8—2,6	$2,2 \pm 0,05$	0,33	15,00
Длина основания A (yy_1)	2,4—3,5	$2,92 \pm 0,07$	0,35	11,98	2,4—3,5	$2,93 \pm 0,06$	0,35	11,94
Наибольшая высота A (ej)	1,0—1,0	$1,0 \pm 1,0$	0,0	0,0	1,0—1,0	$1,0 \pm 0,0$	0,0	0,0

Морфометрический анализ 53 ос. бычка сирмана (*Ponticola syrman*) выявил значительную вариабельность массы тела (19,9—60,7 г, $Cv = 36,2\%$) при относительно стабильных линейных размерах (длина тела 11,8—18,9 см, $Cv = 15,6\%$). Меристические признаки демонстрировали высокую стабильность ($Cv = 0—6,2\%$), тогда как пластические признаки варьировали умеренно ($Cv = 8,5—25,9\%$), с максимальной изменчивостью длины рыла ($Cv = 25,9\%$). Половой диморфизм выражен слабо, проявляясь лишь в незначительных различиях отдельных пластических признаков при сходных размерно-весовых характеристиках (масса самцов 35,3 г, самок — 34,0 г). Полученные результаты свидетельствуют о морфологической стабильности вида с сохранением умеренной фенотипической пластичности, что может отражать адаптационный потенциал популяции к условиям обитания.

Биологическая характеристика бычка сирмана

Темпы линейного и весового роста бычка сирмана в табл. 2.

Анализ табл. 2 показал, что во втором году жизни бычок сирман набирает массу 24,68 г, когда длина тела составляет 12,41 см, к третьему году жизни показатели масса—длина достигают 36,51 г к 14,36 см тела, а к четырёхлетнему возрасту средняя масса достигает 55,22 г, когда средняя длина тела — 17,71 см. Следовательно, средний прирост массы составляет 49,58 %, когда длины — 19,51 %.

В данной популяции бычка сирмана преобладают самки, половая структура представлена в табл. 3.

Как видно из табл. 3, в группе двухлеток преобладают самки, в других группах соотношение полов имеет незначительное отличие. В связи с таким соотношением полов (0,57 : 0,43) возможна конкуренция среди самцов в период размножения.

Таблица 2

Темпы линейного и весового роста бычка сирмана

Темпы линейного роста					
Возраст	$L, см$ $M \pm m$	Min—max	N, экз.	Прирост	
				см	%
2	$12,41 \pm 0,08$	11,8—13,5	26	1,95	15,71
3	$14,36 \pm 0,03$	14,0—14,5	16	3,35	23,32
4	$17,71 \pm 0,50$	14,0—18,9	11	—	—
Темпы весового роста					
Возраст	$M, г$ $M \pm m$	Min—max	N, экз.	Прирост	
				г	%
2	$24,68 \pm 0,57$	19,9—30,2	26	11,83	47,93
3	$36,51 \pm 0,30$	34,5—38,9	16	18,71	51,24
4	$55,22 \pm 2,36$	39,1—60,7	11	—	—

Половая структура бычка сирмана по возрасту

Возраст	Численность в популяции, %	Количество самок, экз.	Количество самцов, экз.	Численность в группе, %		Соотношение полов в целом
				Самок	Самцов	
2	49	17	9	65	35	♀ : ♂ 0,57 : 0,43
3	30	7	9	44	56	
4	21	6	5	55	45	

Вывод

Проведённые исследования морфологической изменчивости и возрастной динамики бычка сирмана (*Ponticola surman*) позволили выявить ключевые особенности вида. Установлено, что меристические признаки характеризуются высокой стабильностью ($Cv < 10\%$), тогда как большинство пластических признаков демонстрируют средний уровень изменчивости ($10\% < Cv < 25\%$), за исключением длины рыла ($Cv = 25,85\%$), что требует дальнейшего изучения. Отсутствие значимых половых различий в размерно-весовых показателях свидетельствует о морфологической однородности популяции.

Анализ возрастного роста показал наибольшую интенсивность прироста массы (49,58 %) и длины тела (19,51 %) в период со второго по четвёртый год жизни. Наблюдаемое преобладание самок (соотношение 0,57 : 0,43) указывает на потенциальную конкуренцию самцов в репродуктивный период.

Полученные результаты имеют важное значение для понимания биологии вида, особенностей его популяционной динамики и репродуктивных стратегий, что необходимо учитывать при разработке мер по сохранению и рациональному использованию данного вида.

Библиографический список

- Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю.С. Решетникова. — М.: Наука, 2003. — Т. 2. — 378 с.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран: в 3 ч. — 4-е изд., испр. и доп. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. — Ч. 2. — С. 468—925.
- Васильева Е.Д. Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. — М.: ВНИРО, 2007. — 238 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. Рыбы водоёмов бассейна Кубани: определитель. — 2-е изд., испр. и доп. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021. — 312 с.
- Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог. — М.: Т-во научных изданий КМК, 2014. — 733 с.
- Плотников Г.К. Рыбы водоёмов Кубани. — Краснодар: Кубанское кн. изд-во, 2009. — 64 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 пром-ть, 1966. — 376 с.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии / отв. ред.: акад. Е.Н. Павловский, д-р биол. наук, проф. П.А. Моисеев. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

УДК 574.522

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕЙЗООБЕНТОСА ЗАРОСЛЕВОГО БИОЦЕНОЗА ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ НОВОРОССИЙСКОЙ БУХТЫО. Ю. Димаки¹, А. Ю. Литвин², Г. К. Плотников¹¹Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия²Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр (филиал КубГУ), г. Новороссийск, Россия

E-mail: dimakigetlucky@yandex.ru

Мейзообентос состоит из организмов, адаптированных к жизни в капиллярных промежутках между частицами грунта. Необходимо отметить, что мейзообентос, который включает организмы размером 0,3—4,0 мм, играет важную роль в донных экосистемах, участвуя в процессах деструкции органического вещества. Изучение его структуры и динамики в зарослевых биоценозах позволяет оценить экологическое состояние прибрежных акваторий. Западное побережье Новороссийской бухты, подверженное антропогенному воздействию (судоходство, рекреация, стоки), представляет особый интерес для мониторинга биоразнообразия (Броцкая, 1951).

Ранее исследования мейзообентоса в Чёрном море проводились в различных биотопах, однако данные по зарослевым сообществам Новороссийской бухты остаются фрагментарными. В связи с этим актуальным является анализ современного состояния мейзообентоса в данном районе, что позволит выявить влияние антропогенных факторов на структуру донных сообществ.

Материал и методы

Пробы мейзообентоса были отобраны в зарослевых биоценозах западного побережья Новороссийской бухты в июле 2024 г. Отбор проб морской воды и биоты проводили в урезовой зоне района мыса Любви, а также в посёлках Алексино и Мысхако (станции № 1, № 2, № 3, соответственно). На момент отбора температура воды составляла +27 °С, ветер дул с северо-востока со скоростью 4—6 м/с, наблюдался штиль. Для сбора использовали талломы доминирующих

макрофитов (*Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*), которые накрывали мешком из мельничного газа № 49, подрезали у основания и извлекали на поверхность. Каждый образец маркировали, помещали в полиэтиленовый пакет и выдерживали 24 ч в холодильнике (без фиксации) для отделения организмов от субстрата.

Обработка проб включала промывку пресной водой в большой ёмкости, и смыв процеживали через систему сит: верхнее с ячейками 1 мм для макрозообентоса и нижнее с ячейками 0,1 мм для мейзообентоса. Полученные образцы фиксировали 4 % раствором формалина. Далее водоросли идентифицировали до вида и определяли их биомассу для последующего пересчёта макрофауны на 1 кг массы водорослей (Методика изучения биогеоценозов ... , 1975).

Для расчёта численности зообентоса на 1 м² дна использовали данные общего проективного покрытия. Обработку проб проводили в камере Богорова под стереоскопическим микроскопом МБС-10, с подсчётом основных групп мейзообентоса. Биомассу животных рассчитывали на основе средних весов, полученных для отдельных групп, с использованием номограмм Л.Л. Численко (1968). Видовой состав и численность каждого вида определяли также под стереоскопическим микроскопом (Маккавеева, 1979; Миловидова, 1966; Зинова, 1967; Определитель фауны Чёрного и Азовского морей, 1968; Определитель фауны Чёрного и Азовского морей, 1969; Определитель фауны Чёрного и Азовского морей, 1972). Математический пересчёт организмов мейзообентоса на квадратный метр осуществляли с ис-

пользованием таблиц и формул пересчёта в программе Microsoft Office Excel.

Для определения доминантного вида в сообществе использовали индекс функционального обилия (ИФО), который рассчитывали по формуле (1) (Мальцев, 1990):

$$ИФО = N \cdot 0,25 \times B \cdot 0,75, \quad (1)$$

где N — численность вида, экз./м²;
 B — биомасса вида, г/м².

Результаты и обсуждение

Зарослевый мейэпифитон районов исследований представлен 11 крупными таксономическими группами беспозвоночных животных: Nematoda, Foraminifera, Harpacticoida, Acarina, Ostracoda, Polychaeta, Amphipoda, Caprellidae, Bivalvia, Gastropoda и Isopoda.

Общая численность мейзообентоса зарослевых биоценозов на участках исследования варьировала от 586 до 5 706 экз./м², биомасса — от 0,0525 до 0,2587 г/м² (таблица).

На станции № 1 зарегистрированы самые низкие показатели численности и биомассы мейобентоса, что обусловлено

в первую очередь низким проективным покрытием водорослей на этом участке дна. В эумейобентосе наибольшая плотность выявлена у гарпактицид и акарин (21 и 19 % соответственно), в псевдомейобентосе — высокий вклад в общую численность зарегистрирован у полихет и амфипод (по 13,6 %). Наибольший вклад в общую биомассу отмечен у амфипод (71 %).

На станции № 2 лидирующее положение среди мейобентоса по обилию занимала молодь свежееосевших двустворчатых моллюсков, составляя 36,5 % общей численности. Из эумейобентоса по плотности лидировали гарпактициды (23,6 %), на морских клещей и группу нематод приходилось по 19 %. Максимальная биомасса мейобентоса приходилась на долю двустворок (57,6 %), субдоминировали амфиподы (21 %) и морские клещи (7,2 %).

На станции № 3 зарегистрирована максимальная плотность зарослевого мейобентоса. В постоянном компоненте мейобентоса доминировали гарпактициды (40,6 %). Псевдомейобентос, как и на предыдущих станциях, состоял преимущественно из молодежи двустворок

Численность и биомасса мейзообентоса зарослевого биоценоза

Таксон	Станция					
	№ 1		№ 2		№ 3	
	N	B	N	B	N	B
Эумейобентос						
Nematoda	101	0,000041	900	0,0003599	652	0,00026
Foraminifera	—	—	101	0,001	—	—
Harpacticoida	123	0,00074	1324	0,0079419	2319	0,01391
Ostracoda	0	0,00000	29	0,0011641	0	0,00000
Acarina	112	0,00223	902	0,018046	695	0,01389
Псевдомейобентос						
Polychaeta	80	0,00160	95	0,0019048	27	0,00054
Amphipoda	80	0,03207	134	0,0534026	220	0,08802
Bivalvia	51	0,00356	2053	0,1436931	1744	0,12206
Gastropoda	31	0,00942	—	—	—	—
Caprella	—	—	44	0,0130963	—	—
Isopoda	7	0,00290	29	0,011	50	0,02
<i>Итого:</i>	586	0,05256	5610	0,2516	5706	0,2587

Примечание: N — численность, экз./м²; B — биомасса, г/м²; «—» — отсутствие группы мейобентоса в пробе.

(30,5 %). Наибольшая биомасса приходилась на долю двустворчатых моллюсков (50,8 %), на втором месте — амфиподы (36,6 %). Доля гарпактицид и морских клещей была на одном уровне и составила по 5,7 %.

Таким образом, на всем участке дна урезовой зоны западного побережья Новороссийской бухты, численно преобладал псевдомейобентос. Молодь свежееосевших двустворок и амфипод лидировала как по плотности, так и по биомассе. В эумейобентосе значительные скопления зафиксированы для гарпактицид, определяющих состав постоянного компонента мейобентоса.

Средние значения плотности и биомассы мейобентоса зарослей исследуемого района составили 3 967 экз./м² и 0,187 г/м².

Общие показатели численности мейобентоса коррелируют с показателями биомассы. Наименьшие значения численности и биомассы зарегистрированы на станции № 1 (мыс Любви), расположенной в центре города и подверженной значительной антропогенной нагрузке. В то же время, на станциях № 2 и № 3, близких к выходу из бухты (районы посёлков Алексино и Мысхако), показатели численности мейобентоса превышают значения на первой станции почти в 10 раз, а биомассы — в 5 раз.

Хозяйственная деятельность, такая как земледелие, мореплавание и туризм, негативно влияет на окружающую среду в северной части акватории, снижая биоразнообразие и уменьшая рыбные запасы. Нефтепродукты попадают в воду из нефтеналивных портов и танкеров, а сточные воды из приморских

городов часто сбрасываются без очистки. Это приводит к загрязнению и эвтрофикации вод, что вызывает цветение планктонных водорослей, уменьшающее прозрачность воды и ограничивающее свет для донной растительности. В результате деградирует пояс донной растительности Чёрного моря, где бурые водоросли *Cystoseira spp.* теперь встречаются лишь до глубины 2,5 м, вместо прежних 10 м. Эти водоросли служат местом нерестилища и обитания молоди рыб, что ведёт к снижению воспроизводства и уменьшению рыбных запасов (Селифонова, 1988).

В мейобентосном сообществе наивысший индекс функционального обилия (ИФО) наблюдается у двустворчатых моллюсков *Vivalvia*, составивший 295 на второй станции и 212,87 — на третьей. На первой станции максимальный ИФО зарегистрирован у амфиподов.

Заключение

Современное состояние мейзообентоса представлено 11 группами. В районе мыса Любви, где наблюдается наибольшее антропогенное воздействие, зафиксированы самые низкие показатели численности и биомассы бентосных зооценозов. Максимальный индекс функционального обилия (ИФО) отмечен у группы амфипод, которые проявляют устойчивость к органическому прессу. В станциях, расположенных ближе к выходу из бухты, где обеспечен хороший водообмен и минимальное воздействие внешних факторов, таких как реконструкция пляжей, наблюдается прирост численности и биомассы мейзообентоса почти в 10 и 5 раз соответственно.

Библиографический список

- Броцкая В.А. Микробентос литорали Белого моря // Труды Всесоюзного гидробиологического общества. — 1951. — Т. 3. — С. 179—193.
- Зинова А.Д. Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. — М.; Л.: Наука, 1967. — 400 с.
- Мальцев В.И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиологический журнал. — 1990. — 26, № 1. — С. 87—89.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / отв. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовской. — М.: Наука, 1975. — 240 с.

Маккавеева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря. — Киев: Наукова думка, 1979. — 229 с.

Миловидова Н.Ю. Донные биоценозы Новороссийской бухты // Распределение бентоса и биология донных животных в южных морях: сб. ст. / ред. кол.: чл.-кор. АН УССР В.А. Водяницкий (отв. ред.) [и др.]. — Киев: Наукова думка, 1966. С. 75—85.

Определитель фауны Чёрного и Азовского морей: в 3 т. Т. 1: Свободноживущие беспозвоночные: простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые / сост. В.Д. Брайко, М. Бэческу, К.А. Виноградов [и др.]; под общ. рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. — Киев: Наукова думка, 1968. — 437 с.

Определитель фауны Чёрного и Азовского морей: в 3 т. Т. 2: Свободноживущие беспозвоночные: ракообразные / сост. М. Бэческу, С.В. Василенко, И.И. Грезе [и др.]; под общ. рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. — Киев: Наукова думка, 1969. — 536 с.

Определитель фауны Чёрного и Азовского морей: в 3 т. Т. 3: членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые / сост. З.И. Баранова, М. Бэческу, А.Н. Голиков [и др.]; под общ. рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. — Киев: Наукова думка, 1972. — 340 с.

Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела: (Морской мезобентос и планктон). — Л.: Наука, 1968. — 106 с.

УДК 597.551.21:556.55(470.620)

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CARASSIUS* В ВОДОЁМАХ АЗОВО-КУБАНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

И. А. Кононенко, С. И. Решетников

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: kononeko2015@gmail.com

В водных экосистемах Северо-Западного Кавказа обитал только один вид рода Караси (*Carassius* NILSSON, 1832) — серебряный карась — *Carassius gibelio* (BLOCH, 1782). С течением времени при вселении в водоёмы Кубани посадочного материала растительноядных рыб дальневосточного комплекса, в водоёмы Азово-Кубанской низменности распространился вид двуполой формы серебряного карася — *Carassius auratus* (LINNAEUS, 1758). Изначально это привело к разделению форм карася на триплоидную и диплоидную, а вследствие сращивания аборигенной формы с вселенцем привело к гибридизации в водоёмах Азово-Кубанской низменности. В связи с этим обстоятельством усложняется оценка изменчивости форм серебряного карася по комплексу морфометрических и меристических признаков.

Сбор материала производили с сентября по декабрь 2024 г. Лов производили обверчивающими орудиями лова. Всего было собрано и обработано 249 экз. рыб из водоёмов: Левый Бейсуг (75 экз.), Зеленчук (57 экз.), Средняя Челбаска (67 экз.), Карасун (50 экз.). Биологический анализ производили стандартными методиками (Чугунова, 1959; Никольский, 1974; Правдин, 1966). Для описания рыб по комплексу

морфометрических признаков использовали таблицу промеров карповых рыб по И.Ф. Правдину (1966). Всего было измерено 28 морфометрических и учтено три меристических признака. Статистическую обработку материала проводили по Г.Ф. Лакину (1990), С.А. Айвазяну с соавторами (Прикладная статистика ... , 1989).

В возрастном составе выборок серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности преобладали пятигодовики. Исключением стало оз. Карасун, где преобладали четырёхгодовики.

При сравнении распределения по полу выборок серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности с ожидаемой моделью 1 : 1 показало, что доля самок выше доли самцов во всех водоёмах (таблица).

Анализ темпов массового и линейного прироста серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности выявил, что темпы линейного и массового приростов значительно выше у пятигодовиков из водоёма Средняя Челбаска и составили 29,17 и 113,05 % соответственно. Наибольший коэффициент упитанности по Фультону составил у двухгодовиков из водоёмов Левый Бейсуг и Зеленчук — 1,71 %. Наибольший

Половой состав популяций карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности

Водоём	Количество (n), экз.			Доля в популяции, %		Критерий t_{ϕ}
	самок	самцов	всего	самок	самцов	
Левый Бейсуг	51	24	75	68	32	3,59*
Зеленчук	42	15	57	74	26	4,39*
Средняя Челбаска	44	23	67	66	34	3,09*
Карасун	45	5	50	90	10	4,34*

Примечание — * — доля самок достоверно превышает долю самцов с вероятностью 99 %.

коэффициент упитанности по Кларк был у годовиков серебряного карася из водоёмов Левый Бейсуг, Зеленчук, Карасун и составил — 1,45 % для всех. Наибольшие показатели гонадо-соматического индекса оказались у самцов четырёхгодовиков из водоёма Зеленчук — 10,71 %. Все особи находились на II—III стадии зрелости.

При изучении полового диморфизма межпопуляционной изменчивости в выборках серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности по комплексу морфометрических и меристических признаков использовали модель двухфакторного дисперсионного анализа с выделением ковариаты. Для промеров тела ковариатой выступала длина тела по Смитту, а для промеров головы — длина головы. По результатам анализа было установлено, что по фактору «пол» различались 13 из 28 учтённых морфометрических признаков, однако по фактору «пол» и «взаимодействие» в число таковых признаков вошли только два морфометрических признака — наибольшая высота анального плавника и длина туловища. Од-

нако меристические признаки не дали различий по всем учётным коэффициентам, что говорит о их низкой вариативности в сравниваемых выборках серебряного карася.

Фенотип серебряного карася, описанный по комплексу морфометрических и меристических признаков в отличие от одиночных признаков, является суперпризнаком и является системой парных корреляций между этими признаками. Для анализа таких систем корреляций признаков использовали дискриминантный анализ в котором в качестве предикторов выступала популяционная (рис. 1, 2) и половая принадлежность рыб (рис. 3, 4).

Таким образом, распределение выборок серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности описанных по комплексу морфометрических и меристических признаков на плоскости 1 и 2 дискриминантной функции показал следующую закономерность: первая и вторая дискриминантные функции не смогли разделить выборки серебряного карася, описанных по комплексу морфометрических и меристических призна-

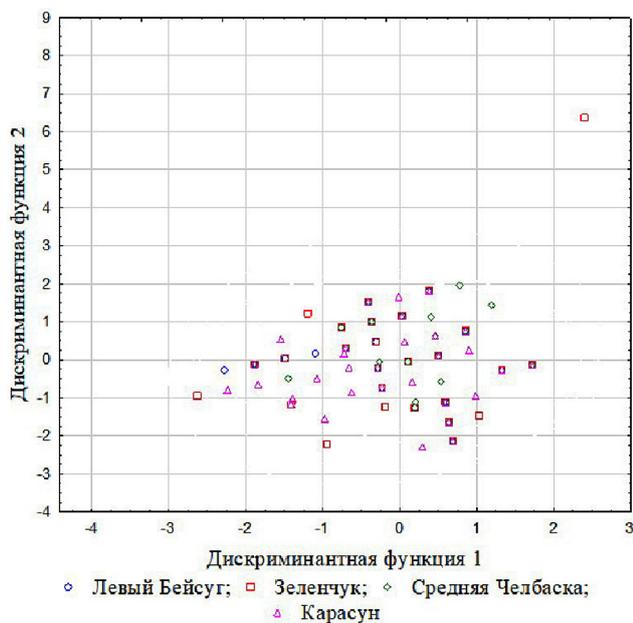


Рис. 1. Распределение выборок серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности, описанных по комплексу меристических признаков на плоскости двух первых дискриминантных функций

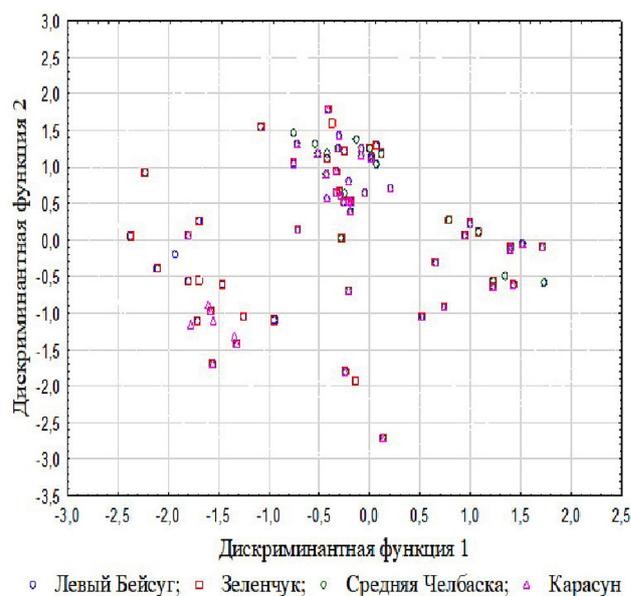


Рис. 2. Распределение выборок серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности, описанных по комплексу морфометрических признаков на плоскости двух первых дискриминантных функций

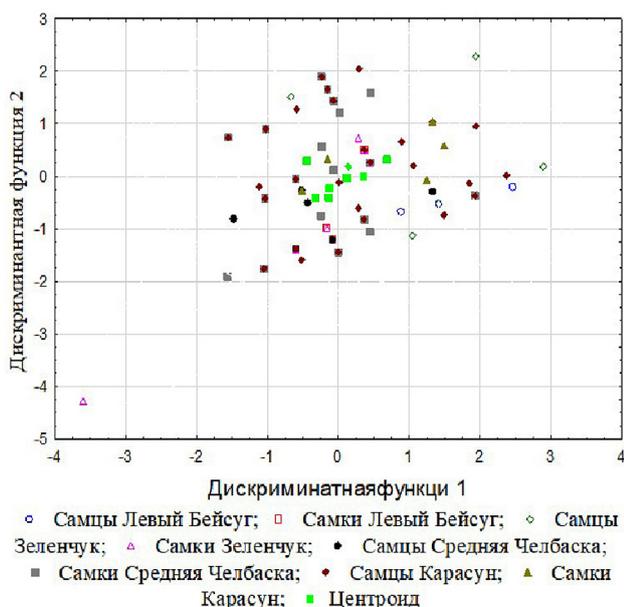


Рис. 3. Распределение выборок разных полов серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности, описанных по комплексу меристрических признаков на плоскости двух первых дискриминантных функций

ков, что позволяет предположить о присутствии в анализе только одной формы серебряного карася — *диплоидной*.

В число наиболее информативных признаков в дискриминации популяций серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности вошёл один меристический признак — *количество лучей в спинном плавнике*. И два морфометрических признака: *длина грудного плавника* и *длина хвостового стебля*. Однако в число наиболее информативных признаков в дискриминации полов является один меристический признак — *количество лучей в спинном плавнике*. И три морфометрических признака: *антедорсальное расстояние*, *длина туловища*, *высота головы у затылка*.

Кластерный анализ по комплексу морфометрических и меристических признаков выборок серебряного карася по принципу половой принадлежности дали неоднозначный результат (рис. 5). Если произвести выделение кластеров на уровне связи 0,05 условных единиц, то выделяются три обособленных кла-

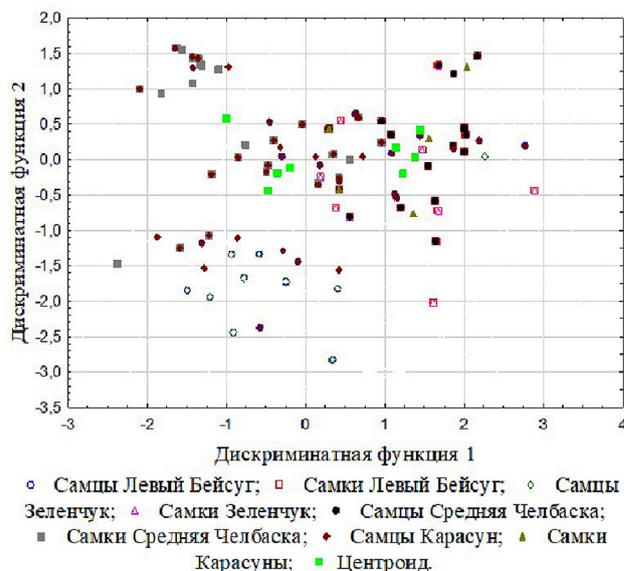


Рис. 4. Распределение выборок разных полов серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности, описанных по комплексу морфометрических признаков на плоскости двух первых дискриминантных функций

стеров в первый и второй кластер входят самки, а в третий кластер входит самцы серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности. Это позволяет предположить о высокой степени полового диморфизма в исследуемых выборках серебряного карася. Результат может свидетельствовать о формировании и наличии в водоёмах Азово-Кубанской низменности только гибридной формы серебряного карася, а именно — скрещенная триплоидная и диплоидная форма серебряного карася.

В результате проведённого исследования было выявлено, что возрастной и половой состав выборок серебряного карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности и некоторые значения физиологического состояния рыб не выходят за пределы показателей характерного для данного вида рыб. Так же было установлено, что по описанному комплексу морфометрических и меристических признаков в водоёмах Азово-Кубанской низменности обитает одна форма серебряного карася — гибридная диплоидная форма серебряного карася.

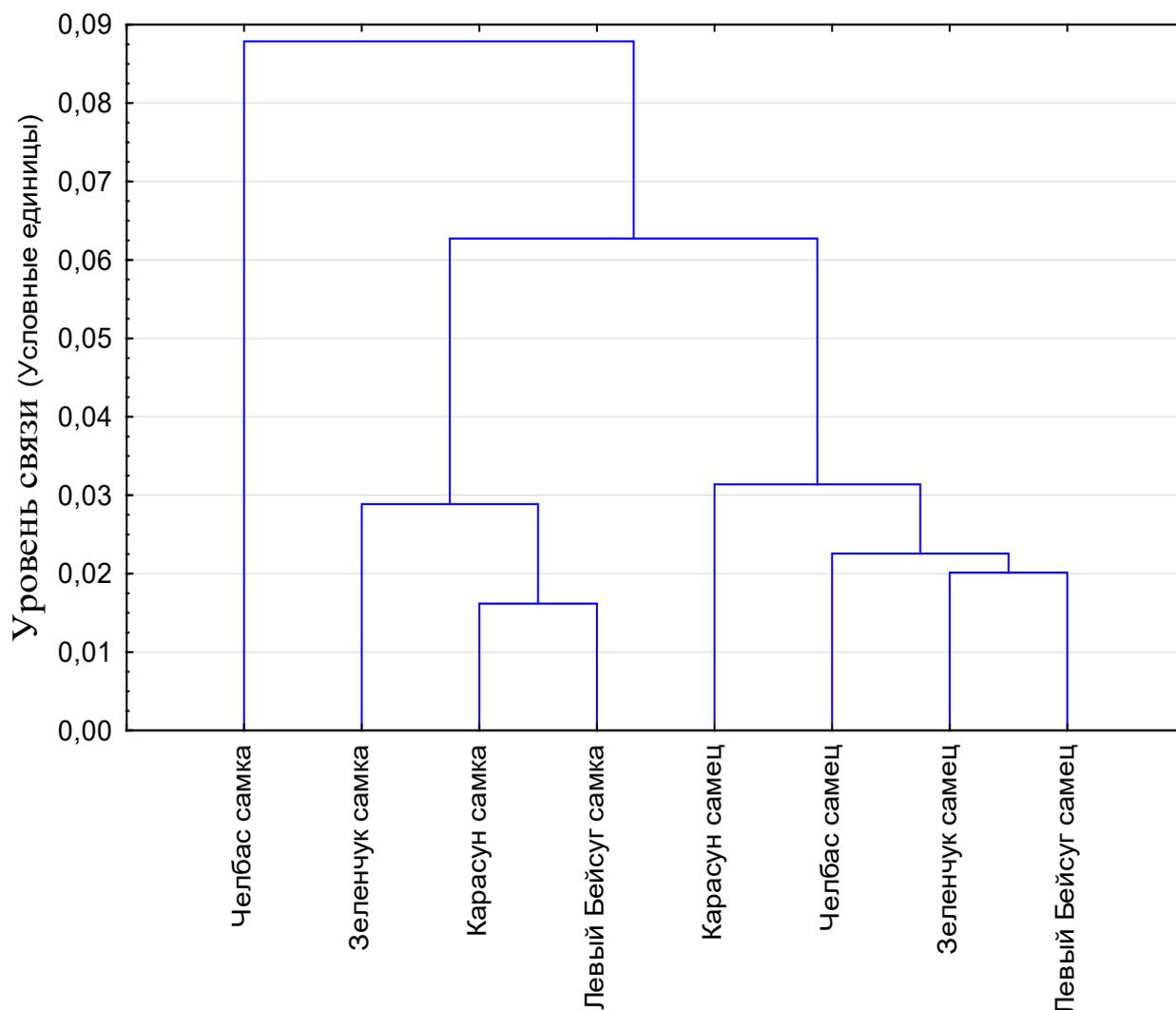


Рис. 5. Дендрограмма выборок карася из водоёмов Азово-Кубанской низменности по результатам кластерного анализа по комплексу нормированных значений морфометрических и меристических признаков

Библиографический список

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

Никольский Г.В. Экология рыб: учеб. пособие. — 3-е изд., доп. — М.: Высшая школа, 1974. — 367 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 пром-ть, 1966. — 376 с.

Прикладная статистика: классификация и снижение размерности: справочное издание / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 607 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии / отв. ред.: акад. Е.Н. Павловский, д-р биол. наук, проф. П.А. Моисеев. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

УДК 597.421.55(2625)

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЧЕРНОМОРСКОЙ БАРАБУЛИ (*MULLUS BARBATUS PONTICUS*) В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

М. Э. Олексюк, С. И. Решетников

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

По мнению ряда авторов (Есипов, 1927; Домашенко, 1991; Бухмин, 2019) в Чёрном море выделяют 5 промысловых стад черноморской барабули — *Mullus barbatus ponticus* (Есипов, 1927). Северокавказское стадо барабули обитает от берегов Анапы до Адлера. Стадо имеет две формы черноморской барабули — прибрежную жилую и мигрирующую морскую. В связи с усиленным антропогенным влиянием на места обитания и миграции барабули происходит снижение численности подвида и приводит к увеличению межпопуляционной изменчивости внутри подвида. В связи с этими обстоятельствами усложняется оценка изменчивости форм черноморской барабули.

Материал и методы

Сбор материала проводили в июне—июле 2024 г. Лов производили ставными неводами, отбор материала осуществляли из общего улова, выборка сгенерирована случайным образом. Всего собрали и обработали 202 экз. рыбы, из них выборки мигрирующей морской формы барабули из акватории Анапы (мыс Утришь) и Туапсе (мыс Кадош) составили по 50 рыб соответственно. Выборки прибрежной жилой формы барабули из акватории Геленджика из бухт Бетта и Голубая 23 и 79 рыб соответственно. Данные о выборках прибрежной жилой формы барабули из акваторий бухт Бетта и Голубая были предоставлены руководителем научной работы. Биологический анализ барабули проводили стандартными методами (Чугунова, 1992; Никольский, 1975; Правдин, 1966). Для описания рыб по комплексу морфометрических и меристических

признаков использовали модифицированный список промеров окунёвых рыб по И.Ф. Правдину (1966). Всего было измерено 37 морфометрических и учтено 6 меристических признаков. Статистическую обработку материала проводили по Г.Ф. Лакину (1990) и С.А. Айвазяну с соавторами (Прикладная статистика ... , 1989).

Результаты и обсуждение

В результате проведённых исследований установлен половой и возрастной состав выборок прибрежной жилой и мигрирующей морской форм барабули из исследуемых акваторий, некоторые показатели физиологического состояния рыб, а также установлена изменчивость по комплексу морфометрических и меристических признаков.

В возрастном составе выборок популяций барабули из акватории Анапы и Туапсе, преобладали двухгодовики. В выборках присутствовали ювенальные особи.

При сравнении распределения по полу выборок форм барабули из акватории северо-восточной части Чёрного моря с ожидаемой моделью 1 : 1 показало, что доля самок достоверно выше самцов. Исключением стала выборка из акватории бух. Голубая (таблица).

Анализ темпов массового и линейного прироста показал, что эти показатели значительно выше у двухгодовиков из акватории Туапсе: 20,56 и 109,97 % соответственно, и у трёхгодовиков из акватории Анапы — 10,52 и 33,43 % соответственно. Наибольший коэффициент упитанности по Фультону и по Кларк оказался выше в выборке барабули из акватории Анапы и составил у двухгодо-

Половой состав популяций барабули из исследуемых акваторий

Акватория	Количество (n), экз.			Доля в популяции, %		Критерий t_{ϕ}
	самок	самцов	всего	самок	самцов	
Анапа	42	7	49	69	31	7,96**
Туапсе	33	15	48	86	14	2,10*
Бухта Бетта	17	6	23	74	26	3,39*
Бухта Голубая	34	45	79	43	57	1,77

Примечание — ** — доля самок достоверно превышает долю самцов с вероятностью 99 %; * — доля самок достоверно превышает долю самцов с вероятностью 95 %.

виков и трёхгодовиков — 1,09 и 1,00 % соответственно. Наибольший показатель гонадо-соматического индекса оказался у самок трёхгодовиков барабули из акватории Анапы и акватории Туапсе — 5,38 и 6,45 % соответственно. Все учтённые рыбы из исследуемых выборок были на III и IV стадиях зрелости.

Для изучения полового диморфизма и межпопуляционных различий в выборках форм барабули из акватории северо-восточной части Чёрного моря по комплексу морфометрических и меристических признаков использовали модель двухфакторного дисперсионного анализа (ДДА) с введением ковариаты. Для промеров тела рыб ковариатой выступала длина тела рыбы по Смитту, а для промеров головы её длина. По результатам ДДА установлено достоверное влияние по всем учтённым факторам, «пол», «акватория», «взаимодействие» на изменчивость одного морфометрического признака (*постдорсальное расстояние*) и одного меристического признака (*число лучей во втором спинном плавнике*). Для остальных морфометрических признаков установлено достоверное влияние фактора «пол» на изменчивость 7 морфометрических признаков (*наименьшая толщина тела, вентральное расстояние, высота первого спинного плавника, высота второго спинного плавника, длина анального плавника, длина рыла, ширина рыла*). По комплексу меристических признаков самки и самцы барабули достоверно различались по 5 признакам (*число лучей во втором спинном плавнике, число лучей в анальном плавнике, число лучей в*

грудном плавнике, число лучей в брюшном плавнике, число лучей в хвостовом плавнике).

Фенотип рыбы описанный нами по комплексу морфометрических и меристических признаков в отличие от одиночных признаков является как бы суперпризнаком и представляет собой систему парных корреляций между этими признаками, исходя из этого были проведены дискриминантные анализы, в которых в качестве предикторов выступала популяция принадлежность рыб (рис. 1, 2), и половая (рис. 3, 4). Анализ распределения групп барабули из акватории северо-восточной части Чёрного моря описанных по комплексу морфометрических и меристических признаков на плоскости 1 и 2 дискриминантной функции показал следующую закономерность — первая дискриминантная функция во всех анализах учитывает от 88,2 до 55,5 %, что говорит о высокой прогностической ценности этого метода исследования как внутригрупповой так и межгрупповой изменчивости учтённых нами признаков. Так в результате анализа первая дискриминантная функция разделила популяции представленные жилой прибрежной формой от популяций мигрирующей морской формы.

В число наиболее информативных признаков в дискриминации популяций вошли 3 меристических признака: *число лучей в спинном плавнике, число лучей в хвостом плавнике, число лучей во втором спинном плавнике*. И 3 морфометрических признака: *постдорсальное расстояние, длина нижней челюсти, пектовен-*

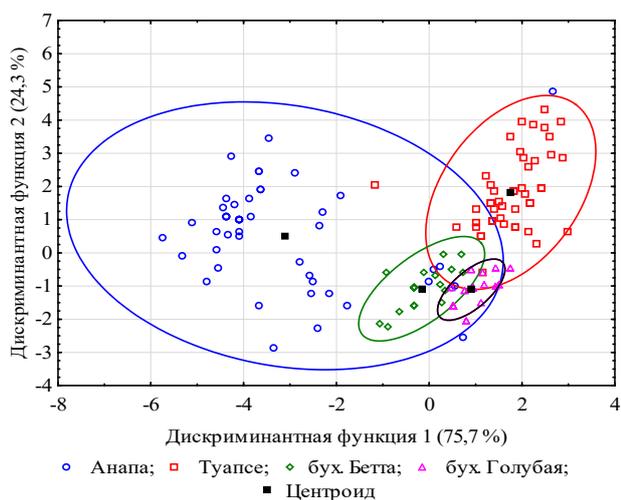


Рис. 1. Распределение групп барабули из северо-восточной части Чёрного моря описанных по комплексу меристических признаков на плоскости двух первых дискриминантных функций

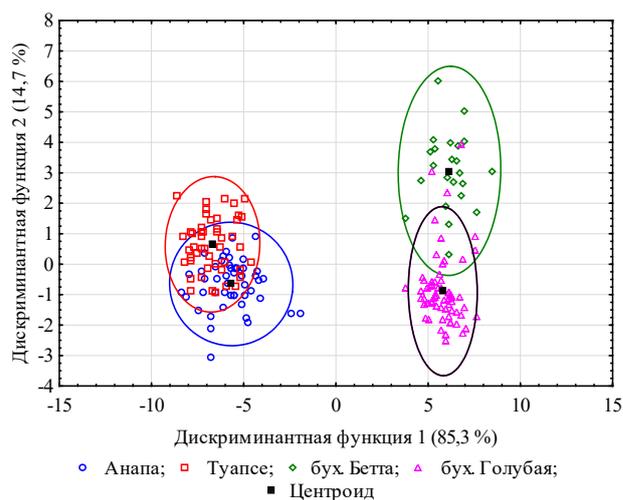


Рис. 2. Распределение признаков групп барабули из северо-восточной части Чёрного моря описанных по комплексу морфометрических признаков на плоскости двух первых дискриминантных функций

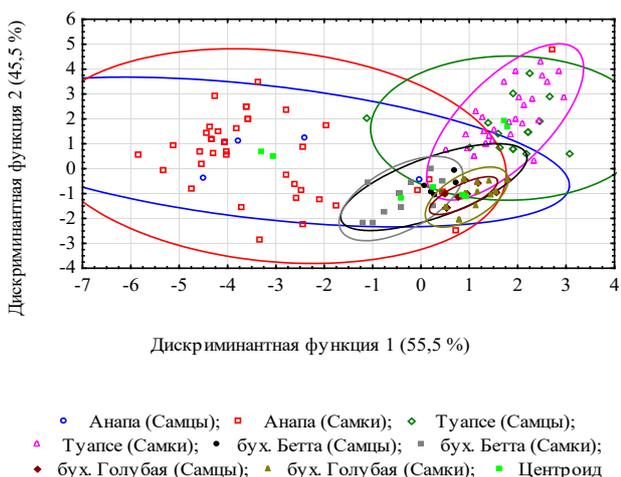


Рис. 3. Распределение групп барабули разных полов из северо-восточной части Чёрного моря описанных по комплексу меристических признаков на плоскости двух первых дискриминантных функций

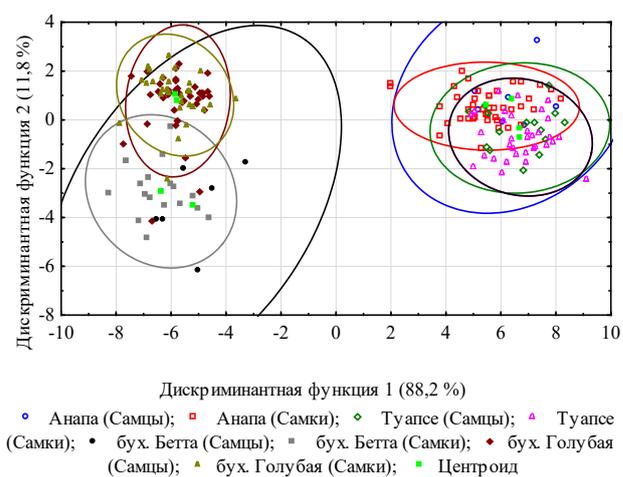


Рис. 4. Распределение групп барабули разных полов из северо-восточной части Чёрного моря описанных по комплексу морфометрических признаков на плоскости двух первых дискриминантных функций

тральное расстояние. Однако в число наиболее информативных признаков в дискриминации полов вошли 3 меристических признака: *число лучей в брюшном плавнике, число лучей в хвостовом плавнике, число лучей во втором спинном плавнике*. И 3 морфометрических признака: *постдорсальное расстояние, длина нижней челюсти, ширина рыла*.

Кластерный анализ дал следующие результаты: по принципу половой

принадлежности выделилось восемь кластеров (рис. 5). Если провести выделение кластеров на уровне связи 9,8 условных единиц, то выделяется два обособленных кластера: в первый кластер вошла группа самок и самцов барабули из акватории бухт Голубая и Бетта, относящиеся к прибрежной жилой форме, во второй — из акватории Анапа и Туапсе, относящиеся к мигрирующей морской форме.

Таким образом, в ходе исследова-

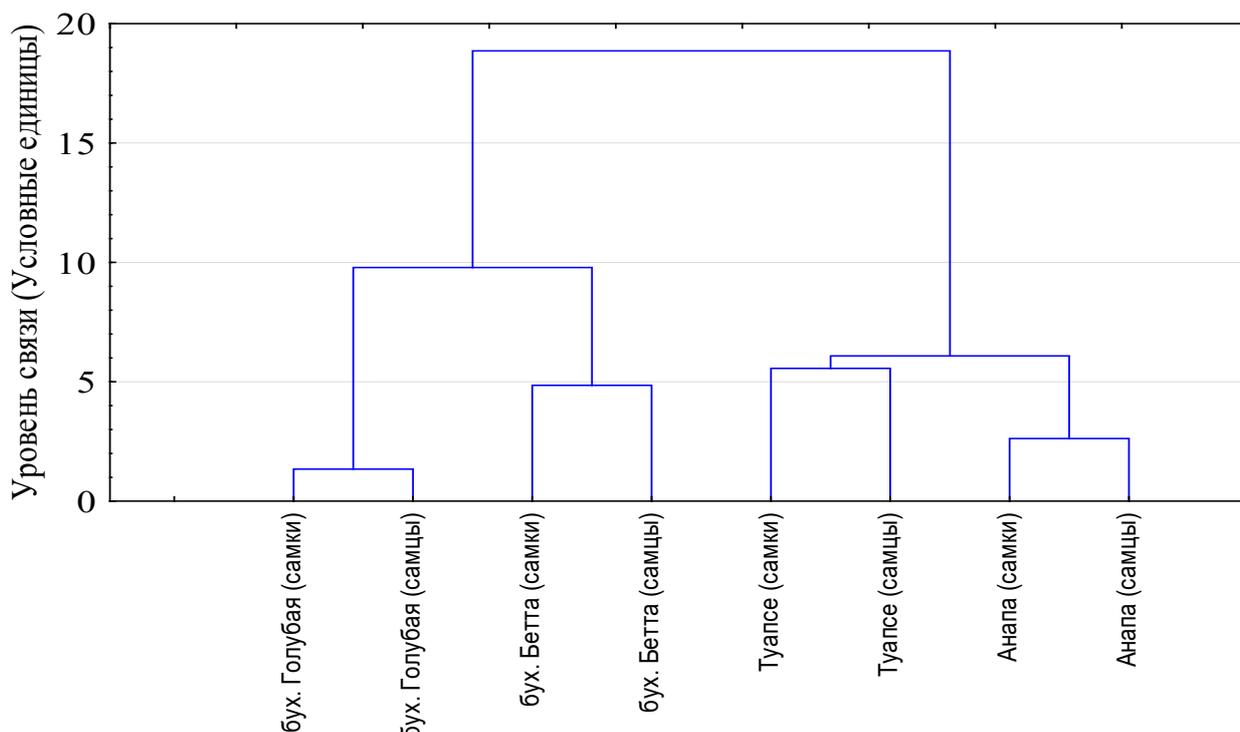


Рис. 5. Дендрограмма выборок барабули из северо-восточной части Чёрного моря по результатам кластерного анализа по комплексу нормированных значений морфометрических и меристических признаков

ния было выявлено, что половой и возрастной состав выборок прибрежной жилой и мигрирующей морской форм барабули из исследуемых акваторий, некоторые показатели физиологического состояния рыб не выходят за пределы показателей характерных для данного

вида рыб. Установлены достоверные различия по комплексу морфометрических и меристических признаков, как между популяциями относящимся к мигрирующим и прибрежным формам барабули а также по половой и популяционной принадлежности.

Библиографический список

- Бухмин Д.А. Ихтиофауна юго-восточной части Чёрного моря в летне-осенний период 2018 г. // Наука юга России. — 2019. — Т. 15, № 4. — С. 88—93.
- Домашенко Ю.Г. Биология и перспективы промысла барабули Чёрного моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1991. — 21 с.
- Есинов В.К. Султанка *Mullus barbatus* L. в Керченском районе: материалы по систематике, биологии и промыслу // Труды Керченской научной рыбохозяйственной станции. — 1927. — Т. 1, вып. 2. — С. 101—147.
- Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 с.
- Никольский Г.В. Экология рыб: учеб. пособие. — 3-е изд., доп. — М.: Высшая школа, 1974. — 367 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 пром-ть, 1966. — 376 с.
- Прикладная статистика: классификация и снижение размерности: справочное издание / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 607 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии / отв. ред.: акад. Е.Н. Павловский, д-р биол. наук, проф. П.А. Моисеев. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

УДК 639:574.52

МОНИТОРИНГ ИММУНОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОБИОНТОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Н. Н. Романова¹, П. П. Головин¹, Н. А. Головина², А. А. Вишторская¹¹*Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), пос. Рыбное Московской области, Россия*²*НДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ», пос. Рыбное Московской области, Россия**E-mail: romanova@vniiprh.vniro.ru*

Актуальной задачей рыбохозяйственной отрасли является воспроизводство и формирование ремонтно-маточных стад в условиях рыбоводных предприятий. Немаловажную роль в успехе получения высококачественного рыбопосадочного материала играет контроль за физиологическим состоянием выращиваемых объектов аквакультуры и оценка иммунного статуса рыб, особенно при формировании ремонтно-маточного стада (РМС).

В настоящее время существует много различных методов оценки иммунофизиологических показателей, в том числе и у рыб. Одним из наиболее отработанных методов является анализ крови по биохимическим и физиологическим показателям (Серпунин, 2010; Изергина, Изергин И.Л., Изергин Л.И., 2014; Головина, Романова, 2019). При этом к наиболее информативным маркерам относят уровень гемоглобина, количества эритроцитов и лейкоцитов, активность эритропоэза, лейкоцитарную формулу.

Мониторинг показателей крови позволяет оценивать и отслеживать физиологическое состояние организма выращиваемых рыб, определять долю рыб с наиболее высокими параметрами иммунного статуса, прогнозировать риски ущерба от потери особей с низкой неспецифической резистентностью.

Цель настоящего исследования заключается в оценке иммунофизиологического статуса муксуна при формировании ремонтно-маточных стад в условиях рыбоводных хозяйств.

Материал и методы

Кровь для исследования отбирали

у муксуна разновозрастных групп (от годовиков до трёхгодовиков) при формировании ремонтно-маточных стад (РМС), выращиваемых в разных условиях: на рыбоводном заводе с установкой замкнутого водообмена (УЗВ) и садковом хозяйстве.

Гематологический анализ проводили согласно методическим указаниям по проведению гематологического обследования рыб (Методические указания ... , 1999). Кровь для анализа отбирали прижизненно из хвостовой вены. При этом были сориентированы на температуру воды, близкую температуре воды при выращивании в УЗВ (15 °С) и в садках (12—14 °С). При идентификации форменных элементов крови использовали общепринятую классификацию Н.Т. Ивановой (1983). Статистическая обработка материала была выполнена с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

При формировании РМС в условиях УЗВ при стабильном температурном и кислородном режимах показатели крови в эритроцитарной и лейкоцитарной картинах различаются относительно показателей у рыб при выращивании в садках, установленных в естественном водоёме, где указанные параметры колеблются в различные сезоны года.

В условиях УЗВ у рыб выявлены более высокие показатели концентрации гемоглобина, чем у рыб в садках. Наиболее значимы эти различия в возрасте годовика на 17 % выше и на 5,9—6,7 % у двух- и трёхгодовиков (рис. 1).

Аналогичные данные получены по эритроцитам, которые у годовиков и двухгодовиков в условиях УЗВ на 22 %

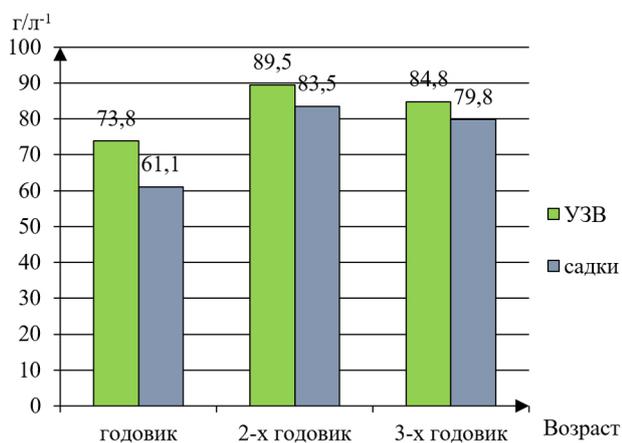


Рис. 1. Концентрация гемоглобина у муксуна различного возраста при выращивании в УЗВ и садках

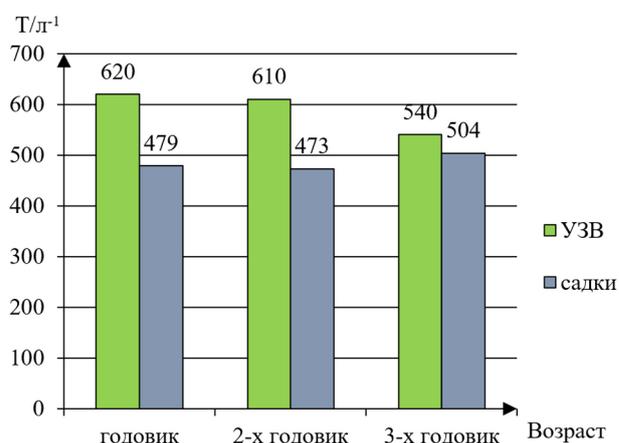


Рис. 2. Количество эритроцитов у муксуна различного возраста при выращивании в УЗВ и садках

выше, у трёхгодовиков — на 6,7 % относительно рыб из садков (рис. 2).

На низкое количество эритроцитов организм рыб обычно реагирует более интенсивным эритропоэзом. У рыб в садках доля молодых эритроцитов значительно выше, чем в УЗВ, при этом у двух- и трёхлеток различается почти в 2 и 3 раза (рис. 3).

Значимые различия выявлены и в лейкоцитарной картине. У годовиков количество лейкоцитов оказалось заметно выше в садках, в дальнейшем же с возрастом резко снижается, а у рыб из УЗВ возрастает (рис. 4). Вероятно, проявляются возрастные специфические особенности у рыб, выращиваемых в условиях промышленных предприятий различного типа.

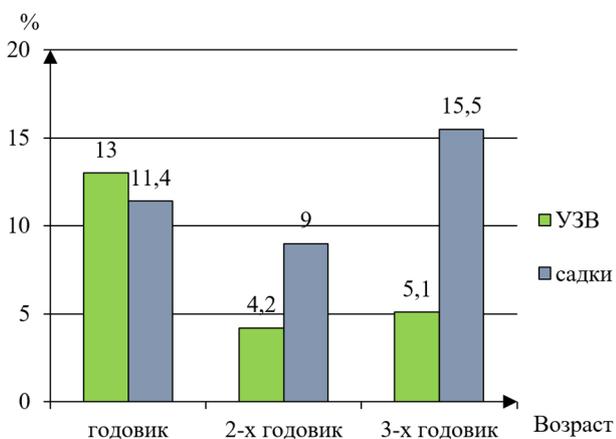


Рис. 3. Доля молодых эритроцитов у муксуна у различного возраста при выращивании в УЗВ и садках

Кроме того, в условиях УЗВ у разновозрастных групп муксуна отмечена гетерогенность (разнокачественность) особей по общему количеству лейкоцитов, и наиболее ярко проявлялась у годовиков. Часть рыб имела более высокие показатели, другая — более низкие, что указывает на различный уровень неспецифической резистентности и адаптивные возможности организма рыб.

Лейкоцитарной формула представлена на рис. 5. При этом у рыб из садков в возрасте годовиков и двухгодовиков в лейкоцитарной картине выявили низкую долю нейтрофилов (1,7 и 0,8 % соответственно) и только к возрасту трёхгодовиков эта группа клеток достигает значений у рыб из УЗВ.

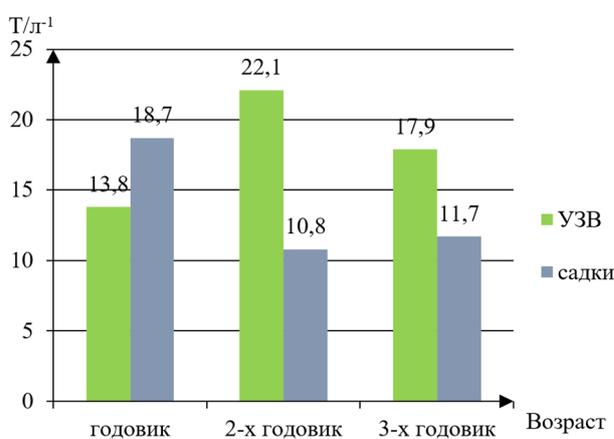


Рис. 4. Количество лейкоцитов у муксуна в различного возраста при выращивании в УЗВ и садках

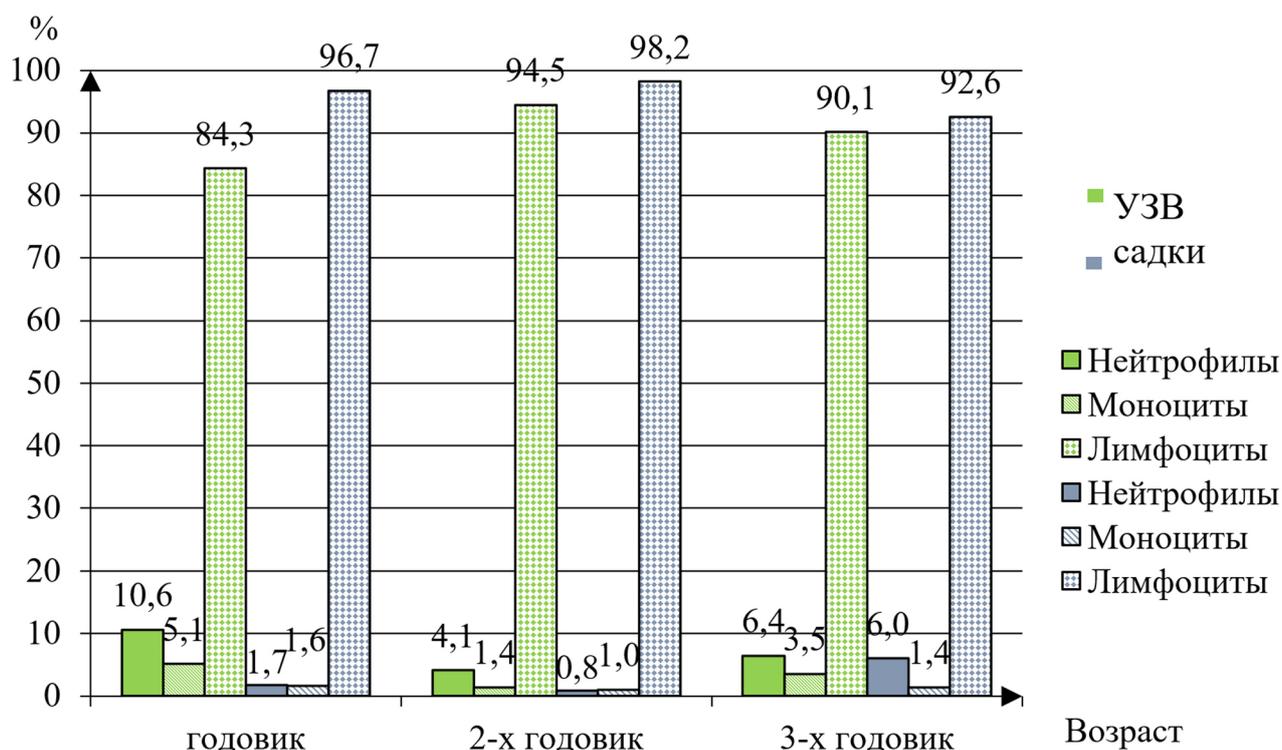


Рис. 5. Доля лейкоцитарных клеток у муксуна различного возраста при выращивании в УЗВ и садках

Современные требования к контролю за иммуно-физиологическим состоянием формирующихся ремонтно-маточных стад рыб нацелены на выявление изменений в организме и необходимость корректировать технологический процесс. Полученные нами материалы свидетельствуют, что при выращивании муксуна в промышленных хозяйствах разного типа наблюдаются достоверные

различия в гематологических показателях. Выявленные различия у разновозрастных особей муксуна лежат в основе разработки технологической нормы показателей крови. При этом они укладываются в установленные нами ранее для муксуна различного возраста референсные значения гематологических показателей (Гематологические маркеры ... , 2023).

Библиографический список

Гематологические маркеры для оценки физиологического состояния муксуна / В.В. Вараксина, Н.Н. Романова, Н.А. Головина, П.П. Головин, Е.В. Ефремова // Актуальные проблемы освоения водных биологических ресурсов Российской Федерации: материалы всерос. конф. учёных и специалистов, посвящ. 160-летию Н.М. Книповича. — Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2023. — С. 119—124.

Головина Н.А., Романова Н.Н. Лабораторный практикум по физиологии рыб: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2019. — 136 с.

Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб: сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. — М.: Лёгкая и пищевая пром-ть, 1983. — 184 с.

Изергина Е.Е., Изергин И.Л., Изергин Л.И. Атлас клеток крови лососёвых рыб материкового побережья северной части Охотского моря / под ред. Н.А. Головина. — Магадан: Кордис, 2014. — 127 с.

Методические указания по гематологическому обследованию рыб // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. — М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. — Ч. 2. — С. 69—98.

Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптации рыб: монография. — Калининград: Изд-во Калининградского гос. техн. ун-та, 2010. — 460 с.

УДК 597.556.33:556.555(470.620)

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПИЩИ БЕРША [*SANDER VOLGENSIS* (GMELIN, 1789)] КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А. В. Стуков

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: anton.stukov2014@yandex.ru*

Берш (*Sander volgensis*) — типичный хищник, рыба пресных вод, только изредка в единичных экземплярах, встречающаяся в опреснённых участках моря.

В водоёмах бассейна Кубани, в том числе в Краснодарском вдхр. встречается с 1995 г. До этого лишь единичные экземпляры поднимались по Кубани до Краснодарского вдхр. В Краснодарском и Крюковском вдхр., а также в Азово-Кубанских лиманах стал объектом промысла (Москул, 2003).

Численность и биомасса берша Краснодарского вдхр. в большей степени зависит от обеспеченности пищей. Все функции и процессы организма, протекающие в рыбе, осуществляются за счёт энергетических компонентов, поступающих с пищей.

Изучение особенностей питания популяций необходимо при анализе определения состояния популяции в целом: темпов роста, колебания численности, эффективности зимовки и т. д. Хищные рыбы в водных экосистемах регулируют численность других видов, ослабляют напряжённые конкурентные отношения в водоёмах, утилизируют энергию предыдущих звеньев (Сорвачев, 1982).

О питании берша Краснодарского вдхр. в литературе имеется ограниченное количество данных (Никитина, Москул, 1999; Москул, 2000; Москул, 2003; Пашков, 2012), в которых указывается на его высокую пищевую пластичность.

Целью исследования являлось изучение возрастных изменений качественного и количественного состава пищи берша Краснодарского вдхр.

Материал и методы

Ихтиологический материал для изучения питания берша отбирали в период с 2023 по 2025 гг. Всего было исследовано 215 желудков берша (в возрасте от 0+ до 6+). После проведения биологического анализа у каждого хищника определяли содержимое желудка: подсчитывали количество заглоченных жертв, определяли их видовой состав, измеряли длину, визуально оценивали стадию переваренности жертв по общепринятой методике (Методическое ... , 1974; Фортунатова, Попова, 1973).

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что питание берша Краснодарского вдхр. на разных этапах жизни включает в себя широкий спектр кормовых объектов. По мере роста берша, его рацион претерпевает существенные изменения и находится в тесной зависимости от его размеров. Это обусловлено с одной стороны степенью доступности пищевых организмов, с другой — сменой мест нагула, а, следовательно, и изменениями кормовой базы.

Личинки на ранних стадиях развития потребляют коловраток, с увеличением размеров переходят на питание кладоцерами и копеподами. Питание сеголеток на 94,8 % состоит из зоопланктонных, нектобентических (мизиды, гаммариды), а также бентосных организмов (личинки хирономид и других беспозвоночных), рыба практически не встречается в желудках. Такой состав кормовых объектов сеголеток с высокой численностью зоопланктонных организмов и высших ракообразных в течение вегетационного сезона, согласно литературным данным (Кузнецов, 1982; Мо-

скул, 2003), объясняется тем, что берш способен перейти на хищный тип питания, при длине тела 12—30 мм, однако сеголетки рыб аборигенов не доступны бершу такой длины, и поэтому переход на хищное питание происходит, как

правило, в конце лета или на следующий год. В Краснодарском вдхр. молодь рыб в питании сеголеток судака появляется в конце вегетационного сезона и не превышает 5,02 % веса пищевого кома (табл. 1).

Таблица 1

Возрастные изменения качественного и количественного состава пищи берша [*Sander volgensis* (GMELIN, 1789)] Краснодарского вдхр., % по массе

Пищевые компоненты	Возраст, лет							M ± m
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	
Зоопланктон	56,2	12,4	2,5	—	—	—	—	10,2 ± 0,25
Мизиды	17,5	25,6	30,8	14,4	3,5	—	—	13,1 ± 0,34
Гаммариды	9,8	15,3	13,7	3,2	—	—	—	6,0 ± 0,21
Прочие беспозвоночные*	7,5	13,8	9,0	1,1	—	—	—	4,5 ± 0,16
Рыба в том числе	5,2	28,1	38,8	74,6	88,2	90,5	89,9	59,3 ± 1,19
Уклейка	—	11,4	13,0	25,8	31,6	33,4	27,1	20,3 ± 0,84
Бычок-песочник	—	6,9	10,2	27,5	30,5	28,1	31,0	19,2 ± 0,82
Плотва	—	2,0	3,2	7,4	11,9	14,3	16,5	7,9 ± 0,47
Прочие рыбы**	5,2	7,8	12,4	13,9	14,2	14,7	15,3	11,9 ± 0,39
Переваренная пища	3,8	4,8	5,2	6,7	8,3	9,5	10,1	6,9 ± 0,18
Масса рыб, г	43	120	214	335	473	632	784	371,6 ± 2,35
Коэффициент упитанности по Фульгону	1,44	1,48	1,43	1,46	1,50	1,53	1,59	1,49 ± 0,017
Коэффициент упитанности по Кларк	1,20	1,26	1,25	1,28	1,33	1,40	1,40	1,30 ± 0,023
Пищевой комок, г	0,38	0,97	1,75	2,63	3,76	4,82	5,53	2,8 ± 0,12
Индекс наполнения желудков, ‰	88,4	80,8	81,8	78,5	79,5	76,3	70,5	79,4 ± 1,06
Количество исследованных кишечников, шт.	30	34	42	40	35	21	13	Σ = 215

Примечание — *бокоплавцы, личинки стрекоз и подёнок; **карась, окунь, судак и др.

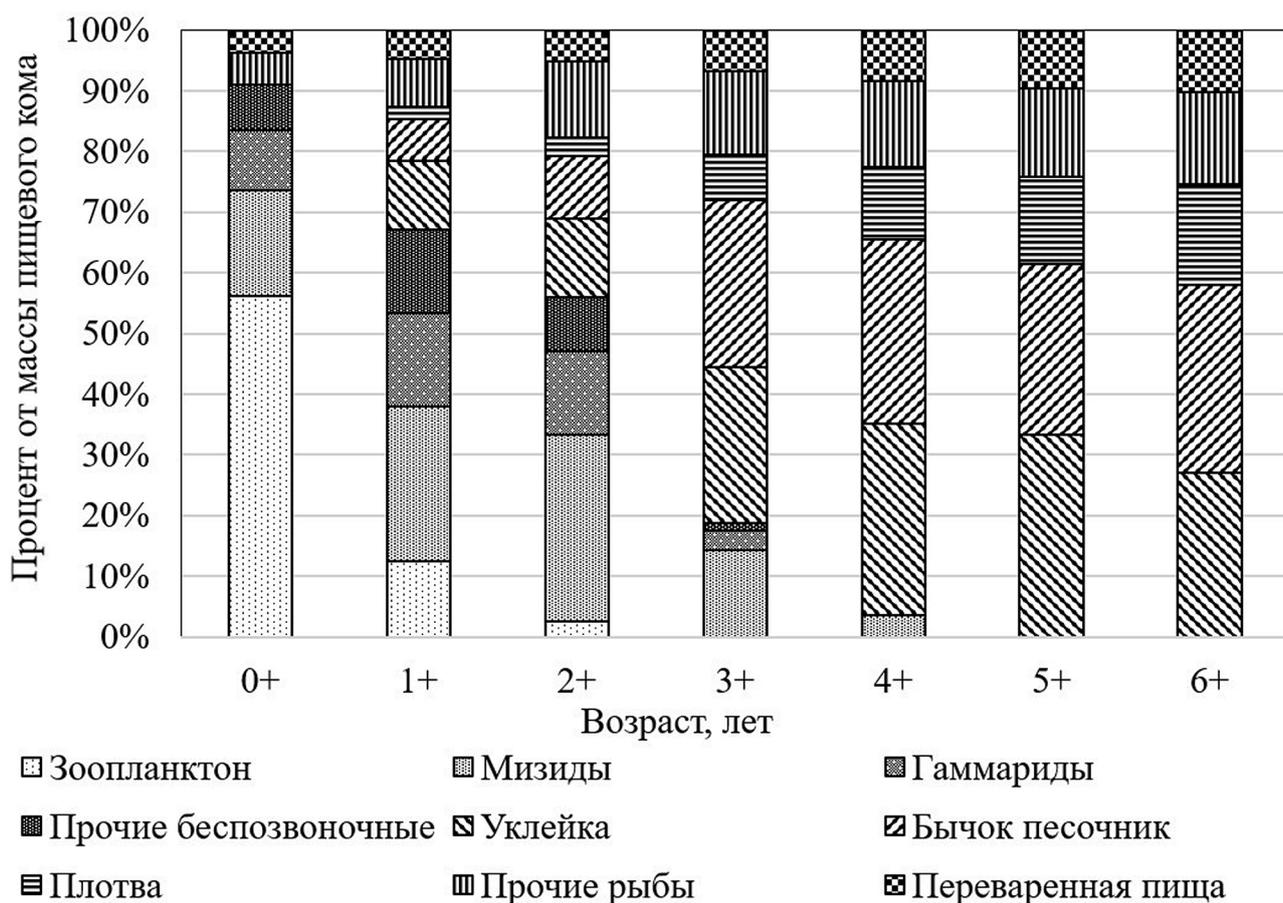
На первом году жизни, берш отдаёт предпочтение беспозвоночным организмам, которые вместе составляют 54,7 % массы пищевого кома. Значение зоопланктонных организмов существенно снижается до 12,4 %, а рыбы наоборот увеличивается до 28,1 %. Похожая картина сохраняется и для второго года жизни, однако значение рыбы в питании берша достигает — 38,8 %

К третьему году жизни рыба становится главным объектом в питании берша — 74,6 %, а значение беспозвоночных заметно снижается, составляя 18,7 %.

Берш четвертого-шестого года жизни — типичный хищник. Расширение пищевого рациона приводит к пику значимости уклейки и бычка-песочника,

их удельный вес колеблется в районе 30 %, а доля плотвы и прочих рыб (карась, окунь, судак и др.) продолжает расти, достигая к шестому году жизни 16,5 и 15,3 % соответственно. Каннибализм, который проявляется только в апреле-июне, большого значения в питании берша не имеет, что связано с быстрым ростом молоди этого вида и выходом из-под пресса хищника (рисунок).

В зависимости от возраста, длина рыб-жертв колеблется от 1 до 11 см (в среднем — 4—6 см). Берш размером до 10 см (0+) питается уклейкой и бычком размером не более 1—2 см. По мере роста, видовое разнообразие и размеры рыбных объектов увеличиваются. Берш длиной 21—30 см (3+) потребляет



плотву, карася серебряного, окуня, судака, но основа рациона — уклейка и бычок-песочник (53,3 %). С четырёхлетнего возраста на долю уклейки и бычка-песочника приходится 62,1 %, при том, что рационе берша наблюдается 10 видов рыб: сазан, серебряный карась, плотва, чехонь, уклейка, судак, берш, окунь, бычки (бычок-песочник, кавказский речной бычок), наиболее часто встречающиеся рыбы-жертвы и их размерные характеристики, представлены в табл. 2.

Интенсивный откорм берша начинается в конце марта, при температуре воды выше 10 °С и продолжается до конца ноября. Продолжительность интенсивного откорма берша в Краснодарском водохранилище длится в течение всего вегетационного периода и составляет 210—240 дней. Наибольшая пищевая активность проявляется в июне—июле. Наиболее интенсивно питаются сеголетки, индекс наполнения желудков составляет 88,4 ‰. С пятилетнего

Таблица 2
Размеры рыб, потребляемых бершом [*Sander volgensis* (GMELIN, 1789)] в Краснодарском вдхр.

Вид рыб	Размерная группа берша, см				
	до 10	11—20	21—30	31—40	41—50
Уклейка	1—2	2—4	5—7	6—9	8—11
Бычок-песочник	1—2	3—4	3—7	4—8	6—8
Плотва	—	2—4	3—5	4—6	5—8
Карась серебряный	—	—	3—4	4—5	4—6
Речной окунь	—	—	3—4	5—7	6—9
Судак	—	3—4	4—5	6—8	8—9

возраста индекс наполнения желудков сокращается и минимальное его значение отмечено у семилетних особей — 70,5 ‰ (табл. 1).

Упитанность по Фультону разновозрастных групп судака находится на уровне — 1,49, по Кларк — 1,30 (табл. 1), что является нормальным показателем для этого вида (Алеев, 2005; Москул, 2003; Новицкий, 1999). Колебание упитанности двухлеток связано с дополни-

тельной тратой энергии не только на рост, но и на развитие гонад.

Таким образом, исследования показали, что берш Краснодарского вдхр. относится к высокопластичным в пищевом отношении видам и по характеру питания его можно отнести к видам со смешанным типом питания. В пищевом рационе встречается 10 видов рыб и беспозвоночные организмы (зоопланктон, высшие ракообразные, зообентос).

Библиографический список

Алеев Ф.Т. Экология берша *Stizostedion volgensis* Gmelin Куйбышевского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Ульяновск, 2005. — 21 с.

Кузнецов В.А. Возможности прогнозирования запасов пресноводных рыб на основании численности и выживания их молоди // Всесоюзная конференция по теории формирования численности и рациональном использовании стад промысловых рыб: тез. докл. — М.: ВНИРО, 1982. — С. 178—179.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. — М.: Наука, 1974. — 253 с.

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

Москул Н.Г. Питание берша в Краснодарском водохранилище // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: материалы XIII межреспубл. науч.-практ. конф. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2000. — С. 122—123

Никитина Н.К., Москул Н.Г. Численность и запасы берша Краснодарского и Шапсугского водохранилищ // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: материалы 2 Междунар. симп. — Адлер; Краснодар: Здравствуйте, 1999. — С. 156—157.

Новицкий Р.А. Экологическая характеристика берша *Stizostedion volgensis* (Pisces, Percidae) Днепровского водохранилища // Вестник зоологии. — 1999. — № 6. — С. 63—72.

Пашков А.Н. Особенности питания берша (*Sander volgensis*, Perciformes, Pisces) в бассейне реки Кубань // Известия Кубанского государственного университета. Естественные науки. — 2012. — № 1. — С. 55—60.

Сорвачев К.Ф. Основы биохимии питания рыб (эколого-биохимические аспекты). — М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1982. — 247 с.

Фортунатова К.Р., Попова О.А. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. — М.: Наука, 1973. — 298 с.

УДК 597.556.331.1:556.55(470.620)

ПЛОДОВИТОСТЬ И ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ БЕРША [*SANDER VOLGENSIS* (GMELIN, 1789)] КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А. В. Стуков, Н. Г. Пашинова

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: anton.stukov2014@yandex.ru*

Берш *Sander volgensis* (GMELIN, 1789) является важным промысловым представителем ихтиофауны Краснодарского вдхр. Как типичный хищник, играет важную биомелиоративную и регулирующую роль в рыбном сообществе.

Важным фактором, определяющим численность вида, является плодовитость. Половая зрелость рыб напрямую зависит от темпов роста, длительности вегетационного периода и обеспеченности пищей. Величина плодовитости рыб сильно колеблется и зависит от условий нагула. На неё влияет температура воды, содержание растворенного в ней кислорода, а также наличие или отсутствие паразитов на рыбе. При высоких темпах роста и упитанности, плодовитость рыбы заметно возрастает (Никольский, 1974; Иоганзен, 1955)

О размножении и репродуктивной биологии берша Краснодарского вдхр., имеется ограниченное количество работ (Москул Г.А., 1988; Москул Н.Г., 1999, 2002; Половое созревание ... , 2001).

Целью исследования являлось изучение плодовитости и полового диморфизма берша Краснодарского вдхр.

Материал и методы

Исследования проводили в период 2023—2025 гг. в Краснодарском вдхр. Всего было проанализировано 118 экз. производителей берша. Для определения их биологического состояния и репродуктивного потенциала изучали размерно-массовый состав рыб, абсолютную и относительную плодовитость, рассчитывали гонадосоматический индекс (ГСИ), измеряли массу и диаметр икринок.

В морфологическом анализе участвовали: 7 меристических и 30 пластических признаков. Пластические при-

знаки отражали в процентах от длины тела (l) и от длины головы (ao) (табл. 2). Статистическая обработка материала осуществлена с использованием стандартных методов вариационной статистики: расчёт средних арифметических значений (M), их стандартные ошибки (m), среднее квадратическое отклонение (σ), коэффициент вариации (Cv , %) и критерий Стьюдента (T_{st}) (Лакин, 1990).

Сбор и обработку материала проводили по общепринятой методике (Правдин, 1966).

Результаты и обсуждение

Берш Краснодарского водохранилища становится половозрелым на втором—четвёртом году жизни. Самцы созревают раньше самок. Изучение плодовитости берша показало, что индивидуальная абсолютная плодовитость колеблется от 19,21 до 253,16 *тыс. икринок*. С увеличением длины и массы рыб количество продуцируемой икры возрастает. Значительные колебания плодовитости самок наблюдаются в каждой исследуемой возрастной группе (2—6), наибольшие колебания (50,22 *тыс. икринок*) происходят у шестигодовалых самок со средней длиной 31,0 *см* и массой 568,9 *г*. Средняя индивидуальная абсолютная плодовитость самок берша составляет $124,38 \pm 3,954$ *тыс. икринок*.

Относительная плодовитость берша колеблется от 112,7 у двухгодовалых самок до 427,8 *икринок/г* у шестигодовалых самок. Средняя относительная плодовитость популяции берша Краснодарского вдхр. равна $303,6 \pm 4,52$ *икринок/г* (табл. 1). Согласно литературным данным (Москул Н.Г., 2002), относительная плодовитость берша своего пика достигает в шестигодовалом возрасте, а с се-

Таблица 1

Некоторые биологические показатели и плодовитость самок берша [*Sander volgensis* (GMELIN, 1789)] Краснодарского вдхр.

Возраст	Длина, см	Масса, г	Масса гонад, г	Диаметр икринок, мм	Масса икринок, мг	Плодовитость		ГСИ, %	n
	$M \pm m$	$M \pm m$	M	M	M	ИА, тыс. шт.	ИО, шт./г	M	
2	19,3 ± 0,82	205,2 ± 9,35	9,3	0,75	0,29	19,21—39,35 32,06 ± 0,909	112,7—174,9 156,2 ± 2,71	4,92	27
3	23,3 ± 0,31	274,6 ± 8,42	25,1	0,76	0,29	53,57—97,91 86,62 ± 2,359	225,7—334,6 315,4 ± 4,55	8,45	30
4	26,3 ± 0,25	383,2 ± 7,39	37,3	0,78	0,30	106,48—146,34 124,57 ± 3,938	258,9—347,3 325,1 ± 5,39	9,03	25
5	28,9 ± 0,27	500,8 ± 7,16	52,3	0,80	0,30	154,35—198,27 174,40 ± 5,726	279,9—389,5 348,2 ± 4,84	10,50	20
6	31,0 ± 0,19	568,9 ± 5,32	67,7	0,82	0,31	202,94—253,16 218,34 ± 7,472	301,0—427,8 383,8 ± 6,01	12,20	16
\bar{x}	25,5 ± 0,44	381,2 ± 7,78	38,3	0,78	0,28	124,38 ± 3,954	303,6 ± 4,52	9,02	$\Sigma = 118$

мигодовалого возраста постепенно снижается.

Исследования яичников самок берша в преднерестовый период показали, одну генерацию икры, с диаметром колебаний икринок от 0,75 мм у двухгодовалых самок, до 0,82 мм у шестигодовалых. С увеличением линейно-весовых показателей берша масса гонад возрастает и у самок длиной 31,0 см, массой 568,9 г достигает 67,7 г. Масса икринок колеблется от 0,29 мг у двухгодовалых самок до 0,31 мг — у шестигодовалых. ГСИ самок в преднерестовый период колебался от 4,92 % у двухгодовалых особей до 12,20 % у шестигодовалых, в среднем составляя 9,02 % (табл. 1).

Исследования полового диморфизма берша проводили по 7 меристическим и 30 пластическим признакам. Данные средних значений морфологических признаков самок и самцов попарно сравнивали. Для проверки достоверности отличий использовался коэффициент *t*-критерия Стьюдента. Для удобства в таблицу были вынесены только те значения, которые имели достоверные раз-

личия на 95 % и более уровне значимости (табл. 2).

Согласно данным табл. 2, коэффициенты вариации морфологических признаков у самок и самцов берша были незначительными и не превышали 10 %.

Попарное сравнение данных меристических признаков показало, что половой диморфизм самок и самцов берша отсутствует, но отмечен по большинству пластических признаков. Достоверные отличия между самками и самцами наблюдаются по 18 из 30 изученных пластических признаков, что составляет 60 % от их общего числа.

Согласно данным статистической обработки, можно заключить, что самки достоверно превосходят самцов по средней длине тела и по относительным величинам следующих признаков: длина головы, наибольшая высота тела, длина основания 1 и 2 спинного и анального плавников, длина хвостового стебля, постдорсальное и антевентральное расстояния, расстояние от ануса до анального плавника и длина жаберной дуги. Самцы превосходят самок по высоте 1 и 2 спинно-

Таблица 2

Половой диморфизм берша [*Sander volgensis* (GMELIN, 1789)] Краснодарского вдхр.

Признак	Самки (50 экз.)		Самцы (50 экз.)		T_{St}
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	
l — средняя длина тела	$30,8 \pm 0,56$	6,72	$25,9 \pm 0,32$	5,83	7,60**
В % от длины тела, l					
ao — длина головы	$30,1 \pm 0,32$	1,92	$28,3 \pm 0,25$	1,99	4,43**
gh — наибольшая высота тела	$25,7 \pm 0,62$	2,06	$23,4 \pm 0,23$	2,83	3,48**
qs — длина основания первого спинного плавника	$27,4 \pm 0,83$	1,57	$25,2 \pm 0,67$	1,09	2,06*
q_1s_1 — длина основания второго спинного плавника	$31,0 \pm 0,33$	0,85	$29,1 \pm 0,34$	0,96	4,01**
tu — высота первого спинного плавника	$17,5 \pm 0,17$	1,66	$19,8 \pm 0,26$	6,40	7,40**
t, u_1 — высота второго спинного плавника	$14,2 \pm 0,05$	1,13	$14,6 \pm 0,11$	3,95	3,31**
vx — длина грудного плавника	$18,2 \pm 0,08$	2,79	$18,8 \pm 0,13$	2,01	3,93**
zz_1 — длина брюшного плавника	$19,3 \pm 0,19$	1,24	$21,9 \pm 0,22$	3,57	8,94**
yy_1 — длина основания анального плавника	$12,3 \pm 0,15$	4,36	$11,6 \pm 0,11$	4,72	3,76**
fd — длина хвостового стебля	$29,5 \pm 0,21$	2,08	$27,0 \pm 0,17$	1,34	9,25**
rd — постдорсальное расстояние	$47,8 \pm 0,36$	0,95	$44,8 \pm 0,25$	1,38	6,84**
az — антевентральное расстояние	$36,6 \pm 0,32$	1,23	$34,5 \pm 0,30$	1,70	4,79**
Ay — расстояние от ануса до A	$5,45 \pm 0,09$	0,49	$5,20 \pm 0,07$	0,35	2,19*
В % от длины головы, c					
an — длина рыла	$29,8 \pm 0,25$	4,14	$33,2 \pm 0,31$	5,63	11,04**
a_1a_2 — длина верхнечелюстной кости	$46,2 \pm 0,34$	1,48	$47,7 \pm 0,36$	1,76	3,03**
io — ширина лба	$15,0 \pm 0,18$	1,99	$16,1 \pm 0,13$	3,81	6,31**
$lsp. br.$ — длина жаберной дуги	$77,3 \pm 0,30$	1,42	$75,4 \pm 0,28$	1,53	4,63**

Примечание — * данные достоверны на уровне значимости 95 %; ** данные достоверны на уровне значимости 99 %.

го плавников, длине грудных и брюшных плавников, длине рыла, длине верхнечелюстной кости и ширине лба (табл. 2)

Таким образом, самки и самцы отличались, прежде всего, соотношением размеров головы и туловища, а также пропорциями, связанными с этими признаками. Голова самцов крупнее, чем у самок. Кроме того, размеры плавников самцов (высота спинных, длина грудных и брюшных) больше чем у самок.

Заключение

В результате проведённых исследований установлено, что абсолютная

плодовитость берша, как и у многих других видов рыб, закономерно возрастает с увеличением размеров рыб. Относительная плодовитость у младших возрастов (2—6) сначала возрастает, а затем уменьшается. Величина икринок от размеров самок практически не зависит.

Наибольшие отличия средних значений пластических признаков наблюдались между самцами и самками по средней длине тела, высоте первого спинного плавника, длине брюшного плавника, длине хвостового стебля, постдорсальному расстоянию, длине рыла и ширине лба.

Библиографический список

Иоганзен Б.Г. Плодовитость рыб и определяющие её факторы // Вопросы ихтиологии. — 1955. — Вып. 3. — С. 57—68.

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: тез. докл.: в 2 ч. / редкол.: В.Я. Нагалецкий (отв. ред.) [и др.]. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 1988. — Ч. 2. — С. 109—113.

Москул Н.Г. О воспроизводстве берша в водохранилищах бассейна Кубани // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: материалы 2 Междунар. симп. — Адлер; Краснодар: Здравствуйте, 1999. — С. 154.

Москул Н.Г. Экология размножения и плодовитость берша *Stizostedion volgense* (Gmelin, 1788) водоёмов бассейна Кубани // Биология — наука 21-го века: материалы 6-й Пущинской шк.-конф. молодых учёных: в 3 т. — Пущино: [Б. и.], 2002. — Т. 2. — С. 123—124.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов = Теория динамики стада рыб. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая пром-ть, 1974. — 447 с.

Половое созревание и плодовитость основных промысловых видов рыб Краснодарского водохранилища / Г.А. Москул, Н.К. Никитина, Н.Г. Москул, А.И. Янок, С.В. Шаговский // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. В.Я. Складов. — Адлер; Краснодар: Здравствуйте, 2001. — С. 206—207.

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.

УДК 639.3:597.42

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РАЗЛИЧИЙ ПОПУЛЯЦИЙ ЧЕРНОМОРСКОЙ СТАВРИДЫ (*TRACHURUS MEDITERRANEUS PONTICUS* ALEEY, 1956) ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ОСОБЕННОСТЯМ

С. Н. Щеглов

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

Семейство Ставридовые (Carangidae) типично морские рыбы, близки к семейству Каменные окуни (Serranidae), класса лучепёрых рыб (Actinopterygii) из отряда окунеобразных (Perciformes), включает в себя свыше 30 родов и около 200 видов.

Географическое распространение ставрид рода *Trachurus* RAFINESQUE, 1810 показывает, что этот род представляет собой наиболее холодолюбивую группу в семействе Carangidae. Виды рода *Trachurus* обитают в умеренно-тёплых водах южной бореали (заходя в летний сезон в умеренно-холодные воды северной бореали), в тёплых водах тропической области и в умеренно-тёплых водах северной нотали у берегов всех континентов. *T. mediterraneus* ALEEY, 1956 распространён от Бискайского залива до Гибралтара и Касабланки, в Средиземном, Мраморном, Чёрном и Азовском морях.

Дискриминантный анализ, как метод многомерного статистического анализа находит своё применение для решения такой биологической проблемы, как отнесение неизвестного объекта к одной из заранее определённых групп.

Морфометрические признаки, измеренные согласно методике И.Ф. Правдина (1966), служат оптимальным способом описания фенотипа объекта. Успешное применение морфометрического анализа в решении разных биологических проблем подтверждает тот факт, что «морфологические признаки заключают в себе богатейшую информацию об организме в целом (Заренков, 1976).

Материал и методы

Район исследования представляет собой участок побережья российского сектора Чёрного моря, включающий города Анапа, Новороссийск, Геленджик в акватории которых было изучено по 100 ос.

Морфологическое описание проведено по 38 признакам. Биологический анализ ставриды проводили по массе рыбы (масса тела) и массе тушки (масса рыбы без внутренностей).

Статистическую обработку данных проводили дисперсионным анализом (Доспехов, 1985).

Также применяли метод многомерной статистики — дискриминантный анализ (Лакин, 1990). Расчёты выполняли с помощью пакета статистических программ компании StatSoft Statistica 10.0 (Халафян, 2005, 2008).

Результаты и обсуждение

Дисперсионный анализ показал, что условия района обитания ставриды оказывают статистически достоверное влияние на все 40 учтённых признаков. Доля влияния соответствующей дисперсии составила от 5,6 (интердорсальное расстояние от конца основания первого спинного до начала основания второго спинного плавника) до 77,3 % (расстояние между глазами, ширина лба).

Различия между тремя популяциями изучались с помощью дискриминантного анализа (таблица).

Из таблицы видно, что разделение популяций проходит успешно. Существенную роль в разделении популяций играют вычисленные две дискриминантные функции, в пространстве ко-

Результаты дискриминантного анализа популяций ставриды

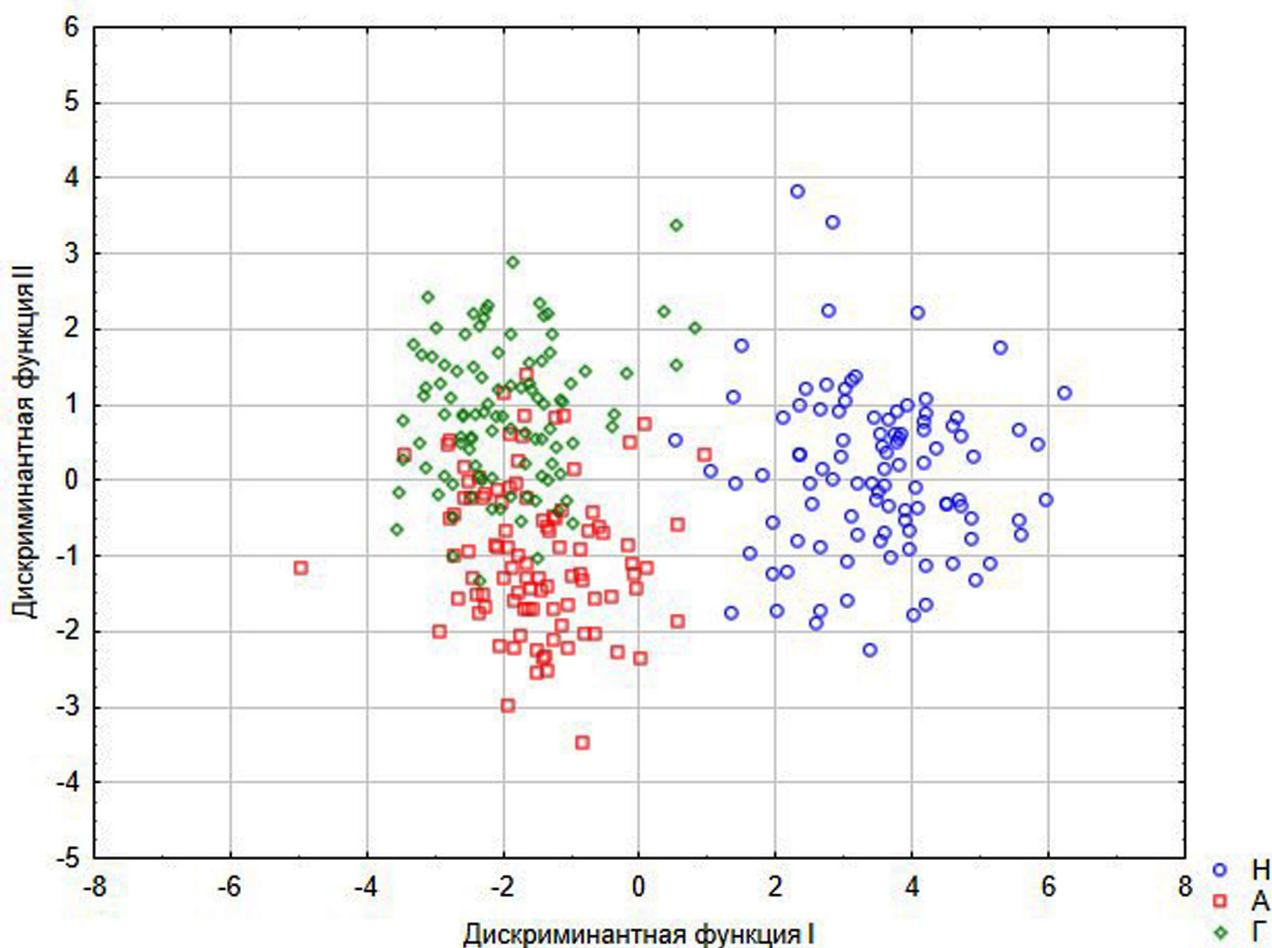
Дискриминантная функция	Собственное значение	Лямбда Уилкса	Критерий хи-квадрат	Уровень значимости
1	6,185	0,088	672,63	0,000
2	0,571	0,636	125,38	0,000

торых построен график распределения особей (рисунок).

На рисунке видно, что особи из популяции акватории г. Новороссийска имеют существенные отличия от особей акватории г.-к. Анапа и г.-к. Геленджик, часть которых оказалась сходной.

Стандартизованные коэффициенты позволяют судить об относительном вкладе конкретной переменной в дискриминантную функцию. Другими словами, анализ абсолютных величин стандартизованных коэффициентов может дать ответ на вопрос, какова роль каждого признака в межгрупповых разли-

чиях. Первая дискриминантная функция учитывает 91,5 % общей дисперсии и если рассмотреть её значения, можно сделать вывод о том, что наиболее существенные вклады вносят 10 признаков из 40: 1) длина тела от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника (длина тела по Смитту); 2) заглазничный отдел головы от вертикали линии края глаза до самой задней точки края жаберной крышки; 3) антеанальное расстояние от вершины рыла до начала основания анального плавника; 4) длина туловища от конца жаберной крышки до начала анального плавника; 5) пектро-



Распределение особей ставриды в пространстве первой и второй дискриминантных функций:

Н — г. Новороссийск, А — г.-к. Анапа, Г — г.-к. Геленджик

анальное расстояние от вертикали основания грудных плавников до начала основания анального плавника; 6) высота головы, взятая через центр глаза; 7) наибольшая высота тела расстояние от самой высокой точки спины до брюшка по вертикали; 8) высота одного из наиболее высоких щитков кривой части

боковой линии; 9) высота одного из наиболее высоких щитков прямой (задней) части боковой линии; 10) расстояние между глазами, ширина лба.

Таким образом, дискриминантный анализ по морфологическим признакам является эффективным методом изучения изменчивости популяций.

Библиографический список

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

Заренков Н.А. Лекции по теории систематики. — М.: Изд-во МГУ, 1976. — 140 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1990. — 351 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 пром-ть, 1966. — 376 с.

Халафян А.А. STATISTICA 6: статистический анализ данных: учеб. пособие. — М.: Бином, 2008. — 512 с.

Халафян А.А. Статистический анализ данных. STATISTICA 6.0: = Statistica 6.0: учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2005. — 192 с.

УДК 577.1:591.134:594.12

НЕКОТОРЫЕ ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОМАТИЧЕСКОГО РОСТА ЧЕРНОМОРСКИХ МОЛЛЮСКОВ *CERASTODERMA GLAUCUM* (BRUGUIERE, 1789), *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (LAMARCK, 1789) И *MYTILASTER LINEATUS* (GMELIN, 1791) (АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ БАССЕЙН)

С. А. Щербань, Е. А. Иванова

*Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН,
г. Севастополь, Россия*

E-mail: Shcherbansa@yandex.ru

Доминирование двустворчатых моллюсков в общей численности зообентоса наблюдается на огромных территориях Азово-Черноморского бассейна, включая побережье Крыма. Большинство представителей *Bivalvia* принадлежат к 2-м семействам: *Cardiidae* и *Mytilidae*. Среди представителей *Mytilidae* самые массовые мидии и митилястр.

Mytilaster lineatus (GMELIN, 1791). Встречается на твёрдых субстратах мелководья и глубинах практически повсеместно, включая бухтовые территории. Митилястер лидирует в биоценозах моллюсков по численности (4 341—4 353 экз./м², 50—55,5 % и до 90 %) и нередко по биомассе — от 348,7 до 552,5 г/м², 94,6 %) (Макаров, 2018). Высокая численность отмечалась многие годы у Аршинцевской косы, где митилястер составлял до 50 % от общей численности моллюсков. Слабо изучен.

Mytilus galloprovincialis (LAMARCK, 1789) — полиморфный вид, коренной представитель черноморской малакофауны, обитающий преимущественно на твердых субстратах. Во многих естественных биоценозах Черноморского бассейна также доминирует по биомассе и численности.

Cerastoderma glaucum (BRUGUIERE, 1789) коренной представитель черноморской малакофауны, обитающий на рыхлых грунтах. В исследованиях последних двух десятилетий приводятся только данные по численности и биомассе церастодермы и оценивается относительная роль вида в биоценозическом сходстве внутри районов исследований.

По данным некоторых авторов в Таманском заливе доминирует вместе с другими *Bivalvia* (Копий, 2018; Макрозообентос мелководья ... , 2022). На настоящий момент вид практически не изучен. Данное исследование является продолжением работ по оценке ростовых процессов у доминантных и субдоминантных видов моллюсков, населяющих разные биотопы Азово-Черноморского бассейна.

Цель — сравнительная оценка показателей тканевого биосинтеза у двустворчатых видов моллюсков *C. glaucum*, *M. galloprovincialis* и *M. lineatus*, обитающих на субстратах мелководья в акватории Керченского пролива.

Отбор проб скальных обрастаний производился скребком на глубине 0,5—1,0 м: *M. galloprovincialis* — на восточном склоне мыса Зюк, в окрестностях г. Керчь на Аршинцевской косе, *M. lineatus* — на скалах мелководья в бухте Змеиная Казантипского природного заповедника. Экземпляры *C. glaucum* собирали на илисто-песчаных грунтах мелководья в одной из искусственных лагун Керченского пролива (рис. 1). Время сбора — июнь—июль 2024 г. Температура морской воды 22—26,5 °С, солёность в точках сбора 15—16 ‰.

Объём выборочных совокупностей (конечный) составлял по 20 экз. от вида. Измеряли длины каждой особи (с точностью до 0,01 см), сырую массу общую и выделенных мягких тканей, а также массу раковины и расчётным путём определяли вес межстворочной жидкости. Сырые ткани гомогенизировали. Определяли содержание суммарных РНК

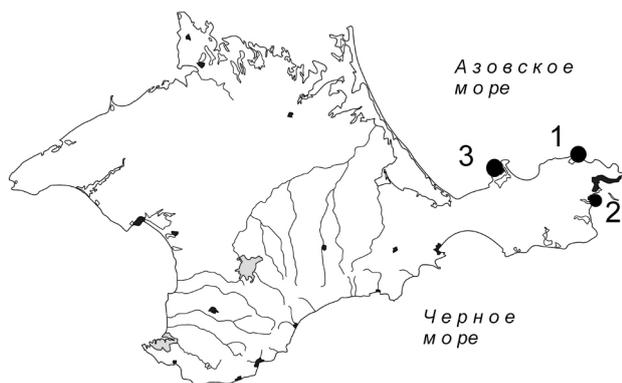


Рис. 1. Карта-схема отбора проб моллюсков на побережье Азовского моря и в Керченском проливе:
1 — мыс Зюк; 2 — Аршинцевская коса; 3 — бухта Змеиная

(\sum РНК) и ДНК видоизменённым методом А.С. Спирина (Дивавин, 1984). Показатели измеряли спектрофотометрически на приборе СФ-2000. Результаты измерений \sum РНК и ДНК выражали в микрограммах на миллиграмм сухой массы ткани. Индекс РНК/ДНК расчётный.

Физиологические характеристики особей. Процентное содержание мягких тканей (ММТ) у церастодермы составляло от 12,9 до 19,0 % (среднее 16,7 %); у мидии — от 10,7 до 16,2 % (среднее 13,2 %); у митилястера — 10,9—19,0 % (среднее 15,5 %) (рис. 2). При сравнении наших данных по моллюскам более крупных размеров (22—30 мм) сем. Cardidiidae и Pectinidae (анадара, гребешок)

было отмечено, что доля тканей выше у анадары в 1,3 раза, и составляла от 17,5 до 20,8 %, у черноморского гребешка ещё выше — 16,7—23,0 % (Shcherban, Temnykh, 2024). Относительная масса раковин (МР) у мидии и митилястера близка (диапазон значений 44,6—45,0 %). Третий, основной, морфофизиологический параметр — межстворочная жидкость у всех видов также составляла значительную массу от общей массы моллюска. Данные по величинам этих показателей у особей митилястер, обитающих в бухтах, в различных биотопах черноморского побережья Крыма отсутствуют; для мидий они обрывочны, устаревши, так как получены ещё в 1970—1980-х гг.

Биохимические характеристики прироста мягких тканей. Уровень тканевого биосинтеза оценивался по 2-м показателям: содержанию суммарных РНК и индексу роста тканей — РНК/ДНК. У особей церастодермы уровень биосинтеза (по \sum РНК) составлял величину $1,12 \pm 0,27$ мкг/мг ткани; у мидий — $1,66 \pm 0,16$ мкг/мг и митилястера — $2,63 \pm 0,66$ мкг/мг, что в среднем в 1,6 раза выше, чем у мидий и в 2,5 раза и более, чем у церастодермы (рис. 3). Ранее были получены сопоставимые значения ($1,69 \pm 0,61$ мкг/мг) для церастодермы аналогичных размеров из биотопа бухты Казачья, район Севастополя (Shcherban, Temnykh, 2024). По данным авто-

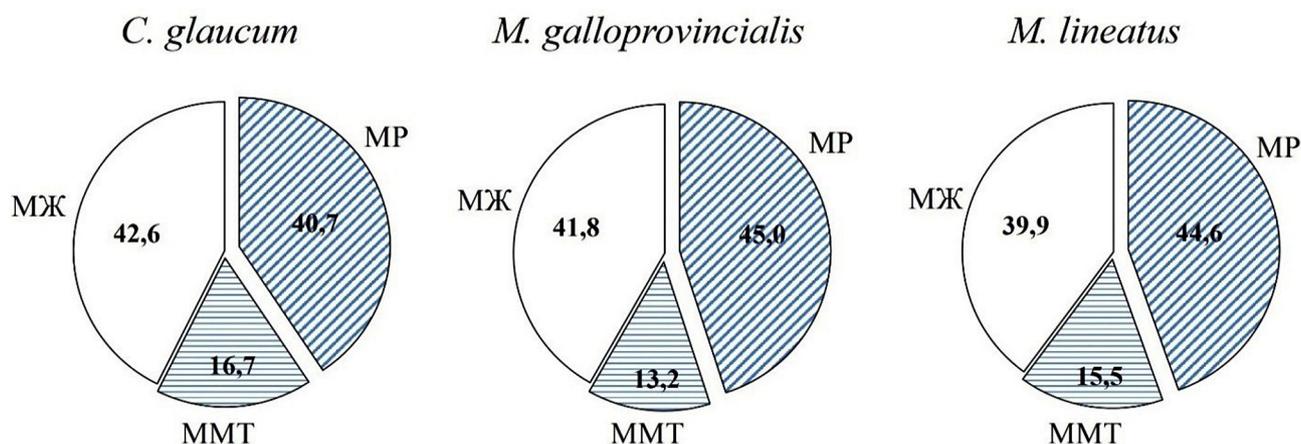


Рис. 2. Относительные величины масс мягких тканей (ММТ), масс раковины (МР) и межстворочной жидкости (МЖ) у молоди моллюсков *Cerastoderma glaucum*, *Mytilus galloprovincialis* и *Mytilaster lineatus*

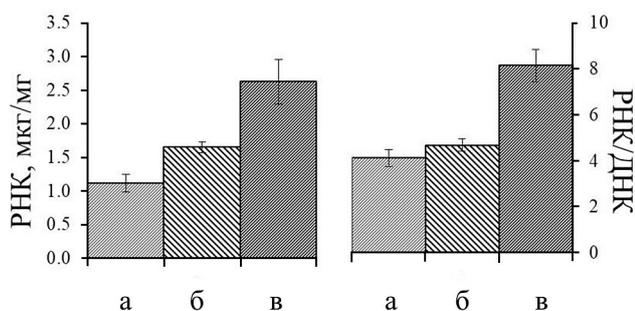


Рис. 3. Содержание сум. РНК и величины ростового индекса РНК/ДНК у молоди моллюсков: а — *Cerastoderma glaucum*, б — *Mytilus galloprovincialis*, в — *Mytilaster lineatus*

ров второй параметр оценки — ростовой индекс, имел более высокий показатель для молоди — $7,35 \pm 3,16$ у. е. (уровень оценивался как средне-высокий в условиях илистых грунтов бухт). Эти показатели близки и для аналогичных по размерам групп черноморского гребешка ($L = 13\text{—}25$ мм), РНК/ДНК = $6,3$ у. е., что свидетельствовало о «близком» уровне тканевого биосинтеза у видов сем. *Cardiidae* (Shcherban, Melnik, 2020).

Величина индекса у мидий составила $4,13 \pm 0,72$ и исходя из полученных

величин сум. РНК и данного показателя, процессы тканевого соматического роста у молоди в летний период характеризуются средним уровнем интенсивности, у митилястера — высоким. Таким образом, видовая специфика соматического роста отмечена между представителями разных семейств: в частности, уровень тканевого биосинтеза был в 2,3 раза выше у *M. lineatus* (Mytilidae), чем у *C. glaucum* (Cardiidae).

Исследования на других представителях массовых двустворчатых, таких как устрицы *Crassostrea gigas* и анадара *A. kagoshimensis* свидетельствовали о более высокой интенсивности процессов роста у этих видов по сравнению с церастодермой (Щербань, 2018).

Работа подготовлена по теме госзадания ФГБУН ИнБЮМ № 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

Дивавин И.А. Нуклеиновый обмен черноморских гидробионтов в различных бухтах юго-западного побережья Крыма // Экология моря. — 1984. — Вып. 2. — С. 48—51.

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

Макаров М.В. Mollusca на искусственных твёрдых субстратах вдоль побережья Крыма (Чёрное море) // Учёные записки Крымского федерального ун-та им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. — 2018. — Т. 4 (70), № 1. — С. 55—62.

Макрозообентос мелководья Керченского пролива и прибрежной зоны Таманского полуострова (Азово-Черноморский бассейн) / В.Г. Копий, Л.В. Бондаренко, В.А. Тимофеев, Д.В. Подзорова, М.А. Ковалева // Экосистемы. — 2022. — № 30. — С. 69—83.

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

Shcherban S.A., Melnik A.V. Size and Age Characteristics and Phenotypic Peculiarities of Somatic Growth of the Black Sea Mollusk *Flexopecten glaber ponticus* (Bivalvia, Pectinidae) // Biology Bulletin. — 2020. — Vol. 47, № 8. — P. 33—42.

Shcherban S.A., Temnykh A.V. Comparative Aspects of the Study of Morphophysiological and Biochemical Parameters of Somatic Growth in Populations of Two Species

of Black Sea Bivalvia Mollusks *Cerastoderma glaucum* and *Flexopecten glaber ponticus* // Inland Water Biology. — 2024. — Vol. 17, № 2. — P. 288—295.

УДК 574.633

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УГРОЗА ДЛЯ МИДИЙ — ВАЖНЫХ УЧАСТНИКОВ
МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ: ПЕРВЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НЕФТЯНОГО
РАЗЛИВА В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ 15 ДЕКАБРЯ 2024 Г.**

А. В. Ротер

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь,
Россия**E-mail: admakina1175@gmail.com*

В настоящее время проблема загрязнения Мирового океана нефтью приобретает критическую значимость для поддержания экологического баланса и стабильности морских экосистем. Согласно последним данным, вклад судов в общее количество углеводородов, попадающих в океан, является относительно незначительным. В то же время, основным источником нефтяных загрязнений являются аварийные разливы, такие как катастрофическое происшествие на нефтяной платформе Deepwater Horizon, произошедшее 20 апреля 2010 г. в Мексиканском заливе, а также сбросы с суши и атмосферные переносы.

Период полураспада нефтяных компонентов в морской среде варьируется от нескольких дней до десятилетий, в зависимости от физико-химических характеристик углеводородов и условий окружающей среды. Практически все компоненты нефти обладают токсическими свойствами, оказывающими негативное воздействие на морские организмы. Сырая нефть и её производные, такие как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и полихлорированные бифенилы (ПХБ), способны накапливаться в тканях и органах гидробионтов, что приводит к их биоаккумуляции и передаче по трофическим цепям (Алешко, 2007).

Таким образом, проблема загрязнения нефтью представляет собой комплексный и многогранный вызов для экологии Мирового океана, требующий системного подхода и скоординированных усилий на международном уровне.

В контексте исследований, направленных на изучение токсичного воздей-

ствия загрязняющих веществ на водные экосистемы, двустворчатые моллюски рода *Mytilus* часто выступают в качестве модельных объектов. Эти организмы демонстрируют высокую устойчивость к широкому спектру загрязнителей, что подтверждается их способностью выживать в условиях повышенной антропогенной нагрузки. Однако их физиологические реакции на концентрации загрязняющих веществ, сопоставимые с предельно допустимыми значениями для рыбохозяйственных водоёмов, указывают на наличие у них механизмов, чувствительных к сублетальным уровням токсичности (Алёмов, 2009).

Митилиды, как важный компонент экосистемы Чёрного моря, занимают ключевые позиции в трофической структуре и биогеохимических циклах. Эти моллюски обитают на различных глубинах, включая анаэробные зоны с высоким содержанием сероводорода, что делает их особенно значимыми для функционирования экосистемы. Мидии оказывают существенное влияние на морфологию и химический состав верхнего слоя осадка. Их жизнедеятельность, включая выделение фекалий и псевдофекалий, способствует трансформации осадочных отложений, улучшая их аэрацию и повышая биодоступность питательных веществ. Таким образом, митилиды активно участвуют в формировании микрорельефа дна и создают дополнительные твёрдые субстраты, способствующие развитию мейо- и макробентосных сообществ.

Фильтрационная активность *Mytilus* приводит к изменению гидродинамических характеристик придонного слоя,

создавая дополнительные турбулентные потоки и способствуя перемешиванию осадочных частиц. При высокой плотности поселения мидий формируется сплошной верхний ярус макробентоса, конкурируя с другими фильтраторами за взвешенные пищевые ресурсы. В зонах, где митилиды образуют друззы, гнёзда или крупные скопления, наблюдается повышенная гетерогенность местообитаний, что способствует увеличению биоразнообразия и структурной сложности экосистемы (Павленко, Анохина, Барабашин, 2023).

Как эффективный биофильтр, мидии способны пропускать через свои мантийные полости значительные объёмы морской воды, что позволяет им аккумулировать токсичные вещества в своих тканях даже при относительно низкой концентрации загрязнителей. Благодаря широкому географическому распространению и способности адаптироваться к различным экологическим условиям, митилиды представляют собой ценный объект для лабораторных экспериментов (Козинцев, 2014). Их высокая чувствительность к токсикантам позволяет использовать их в качестве эффективных биоиндикаторов состояния водных экосистем. Это свойство обусловлено их ролью в биогеохимических циклах и способностью аккумулировать загрязняющие вещества, что делает их незаменимыми для оценки экологического статуса морских акваторий (Елецкий, 2020).

Среди основных источников поступления углеводородов в среду обитания мидий можно выделить:

1. Аварийные разливы нефти, происходящие в процессе морской добычи и транспортировки;
2. Сброс балластных вод с судов и промышленных объектов;
3. Атмосферный перенос продуктов пиролиза органического топлива.

Антропогенный фактор оказывает особенно выраженное влияние на экосистему Чёрного моря, особенно в при-

брежных зонах и портовых акваториях. Хроническое загрязнение, вызванное сбросами с береговых источников и судоходством, а также аварийные выбросы нефти и нефтепродуктов (НП), приводят к накоплению загрязняющих веществ в донных отложениях, что негативно сказывается на состоянии бентосных сообществ и экосистем в целом (Макрзообентос мелководья ... , 2022).

В ноябре 2007 г. акватория Керченского пролива подверглась экологической катастрофе, вызвавшей значительный резонанс в международном научном сообществе и общественности. Этот инцидент, обусловленный неблагоприятными метеорологическими условиями и штормовыми явлениями, привел к крушению нескольких судов, что спровоцировало масштабное загрязнение водных ресурсов нефтепродуктами и серой (Матишов, Инжебейкин, Савицкий, 2013). Керченский пролив, являющийся стратегически важным водоёмом высшей рыбохозяйственной категории, играет ключевую роль в поддержании биоразнообразия и экосистемной стабильности региона, что делает его объектом повышенного внимания для специалистов в области морской экологии (Гидрофизическая характеристика ... , 2010; Экосистемный мониторинг ... , 2008).

Инцидент подчеркнул уязвимость морских экосистем к антропогенным воздействиям, что актуализирует необходимость разработки и внедрения эффективных мер по предотвращению подобных ситуаций (Инжебейкин, Аксёнов, 2019).

Особое внимание исследователей было уделено состоянию сообщества обростателей *Mytilus galloprovincialis*, обитающего у основания косы Тузла. Проведённый анализ данных выявил, что в течении ноября, после аварии, на двух станциях было обнаружено сообщество черноморской мидии, численность которой достигала более 1 000 экз./м². В юго-западной части Таманского лимана преобладали друзовые сообщества

M. galloprovincialis, численность половозрелых особей которых достигала 50 экз./м², а молоди — более 500 экз./м². В пробе макрозообентоса, отобранной на оконечности косы Тузла (восточное побережье, глубина 2,5 м), в донных осадках оказался мазут. Макрозообентос на этой станции представлен неполовозрелой молодью мидий, прикрепленных к zostере, моллюски — живые, сифональная система и пищеварительный тракт не забиты мазутом (Оценка загрязнения ... , 2022).

Проведенный анализ проб в декабре 2007 г. показал заметное воздействие нефтепродуктов на сообщество обрастателей мидий в основании косы Тузла; здесь мидии в зоне заплеска полностью погибли, сифонах и кишечнике погибших моллюсков были обнаружены характерные следы мазута. Однако общий спад численности связан в первую очередь с сезонными снижениями численности бентоса, что привело к полному исчезновению мидий в зоне заплеска (Межведомственные полевые исследования ... , 2010).

15 декабря 2024 г. в Керченском проливе вновь произошёл аварийный разлив нефтепродуктов, что актуализировало проблему экологического мониторинга в данном регионе. В рамках нашего исследования, проводился анализ проб мидий на наличие нефтепродуктов, как мониторинг загрязнения прибрежных вод г. Керчь, с октября 2024 г. по май 2025 г., что позволило нам получить объективные данные о степени загрязнения и его влиянии на состояние морских организмов.

Район исследования — Керченский пролив. Для отбора проб выбраны три участка (станции) с разными типами грунта: песчаным и каменистым с многочисленными друзами (рисунок). Глубина на всех станциях составляла 0—1,5 м.

Станция 1: расположена в акватории западной части городской набережной по ул. Айвазовского Керченской бух-

ты. Здесь глубины варьировались от 0 до 0,5 м, дно было илистым, с каменистыми образованиями и разреженными дернинами морской травы zostеры, а также бурых и зелёных водорослей. Из-за этого водообмен был незначительным, вода сильно прогревалась, и на заиленных участках могли возникать кратковременные локальные заморные зоны.

Станция 2: находится у волнолома в восточной части Камыш-Бурунской бухты. Волнолом, построенный из бетонных конструкций, защищает береговую линию от размывания. Мидия росла на глубинах от 0 до 0,5 м. Гидрологические условия здесь более благоприятные, но при штормах обрастания сильно повреждаются.

Станция 3: расположена в акватории пляжа бывшего пионерлагеря в районе Семи ветров. На этой станции мидия собиралась на глубинах от 0 до 1 м. Грунт был чистым песчаным, с развалами камней и растительными сообществами.

Сбор мидий проводили в период с октября 2024 г. по май 2025 г. при температуре воды от 6 до 18 °С. Мидии снимали с каменистых образований вручную, после чего помещали в ёмкости объёмом 5 л, наполненные морской водой из места лова. Для работы отбирали разнообразных мидий (размер моллюсков варьировал от 11 до 32 мм). Моллюски были представлены двумя видами *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819 и *Mytilaster lineatus* (GMELIN, 1791) [вид митилид определяли по Н.Г. Богуцкой с соавторами (Определитель рыб и беспозвоночных ... , 2013)], количество выборки составило 111 шт. Отложения нефтепродуктов изучали путём визуального осмотра содержимого створок и исследования под микроскопом мягкого тела моллюсков в виде давленных препаратов.

Анализ сборов митилид за октябрь—ноябрь показал полное отсутствие нефтепродуктов в теле мидий, что говорит о благоприятной ситуации с антропогенной нагрузкой в местах отбора



Участки сбора митилид:

1 — акватория в западной части городской набережной по ул. Айвазовского; 2 — волнолом в восточной части Камыш-Бурунской бухты; 3 — акватория пляжа бывшего пионерлагеря р-н Семи ветров

проб (например, станция 1 находится вблизи Керченского торгового порта).

В период с декабря по май результаты исследования проб мидии показали, что в районе Семи ветров на станции 3 обнаружен повышенный уровень загрязнения мидий (таблица), что является индикатором существенного воздействия разлива НП на водную экосистему. Данный феномен, вероятно, обусловлен также сезонными гидрологическими факторами, особенно в мае, когда происходит интенсификация процессов стратификации водных масс. В

результате стратификации наблюдается подъем донных отложений, содержащих мазут, что приводит к их аккумуляции на прибрежных участках. Этот процесс, в свою очередь, вызывает значительное загрязнение водной среды и может иметь долгосрочные последствия для биоразнообразия и экосистемной стабильности региона (Макростообентос мелководья ... , 2022).

В рамках проведённого исследования было выявлено, что внутренние органы моллюсков, являющихся биоиндикаторами экологического состояния

Количество митилид с нефтепродуктами

Вид	Общее кол-во, шт.	Кол-во по станциям, шт.			С нефтепродуктами, шт.		
		Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	76	34	18	24	6	3	16
<i>Mytilaster lineatus</i>	35	11	6	18	0	0	2

водных экосистем, загрязнены (Сербин, Алемова, Скуратовская, 2023). В частности, в тканях мантии и жаберных структурах этих моллюсков обнаружены маслянистые включения и дисперсные фракции мазута. Это свидетельствует о непосредственном воздействии данного загрязнителя на гидробионтов (Ларин, Павленко, Корпакова, 2009).

На поверхности мантийной полости обнаружены не смываемые частицы мазута, что негативно влияет на физиологические функции моллюсков и их способность к адаптации. Эти структуры играют ключевую роль в процессах газообмена и фильтрации, обеспечивая эффективное взаимодействие с окружающей средой.

Большой процент загрязнения был в месте 3 станции в районе Семи ветров. Причина такого распределения может быть связана с месяцем сбора — в мае, когда температура воды стала повышаться с последующем подъёмом мазута со дна и прибитию его к берегу.

Однако наибольшее количество мазута обнаружено внутри жаберного аппарата. Выявлены значительные структурные нарушения в организации эпителиальной ткани, характеризующиеся наличием очагов некроза. Эти патологические изменения препятствуют нормальному воздухообмену, что является критическим фактором для жизнедеятельности мидий. Нефтяная плёнка, формирующаяся в результате разлива нефти, обволакивает жаберные структуры, блокируя доступ кислорода и нарушая респираторные функции моллюсков. В случае контакта с мазутом эти организмы подвержены гибели и открепляются от коллекторных структур, что делает их сбор невозможным (Углево-

дороды в двустворчатых моллюсках ... , 2013; Скуратовская, Алемова, 2022).

Однако, существуют исследования, утверждающие, что мидии способны адаптироваться к высоким концентрациям нефтяных углеводородов благодаря наличию внутри их организма специализированной микрофлоры, обладающей окислительными свойствами. Проходя через метаболические процессы мидий, загрязняющие вещества подвергаются трансформации и элиминируются из водной среды, что способствует очищению экосистемы (Оскольская, Тимофеев, Бондаренко, 1999).

Таким образом, анализ последствий этого инцидента позволяет глубже понять механизмы воздействия человеческой деятельности на морские экосистемы и разработать комплексные стратегии по их защите и восстановлению.

Исследования показывают, что даже низкие концентрации нефти могут вызывать у мидий стресс, снижение репродуктивной функции, нарушение морфологических и физиологических показателей. В частности, нефтяные углеводороды могут ингибировать ферментные системы, участвующие в метаболизме и детоксикации, что приводит к накоплению токсинов в организме моллюсков.

Ароматические компоненты нефти, такие как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), обладают высокой токсичностью и канцерогенным потенциалом. Металлы, содержащиеся в нефти, также представляют серьёзную угрозу для мидий. Они могут оказывать токсическое воздействие на нервную систему, репродуктивные органы и иммунную систему моллюсков. Кроме того, металлы могут накапливаться в пищевых

цепях, передаваясь от мидий к другим морским организмам и человеку.

Нефтяное загрязнение оказывает негативное влияние на биоразнообразие морских экосистем. Снижение численности популяций мидий может привести к нарушению экосистемных функций, таких как фильтрация воды, круговорот питательных веществ и поддержание качества среды обитания.

Таким образом, нефтяное загрязнение представляет собой серьёзную угрозу для популяций мидий. Для минимизации негативных последствий необходимо разработать и внедрить эффективные меры по предотвращению разливов нефти, а также по очистке загрязнённых акваторий. Важно также продолжать исследования в области экологии и токсикологии нефти для более глубокого понимания механизмов воз-

действия и разработки методов защиты морских экосистем.

Эти результаты подчёркивают необходимость проведения дальнейших исследований в изучении влияния нефтепродуктов на мидию, а также направленных на восстановление повреждённых экосистем.

В условиях хронического загрязнения прибрежных акваторий, когда различные по природе загрязняющие вещества поступают в экосистему в относительно небольших концентрациях, но на протяжении длительного времени, возникает необходимость регулярного мониторинга состояния донных биоценозов. Это позволяет своевременно выявлять негативные изменения в структуре и функционировании экосистем, а также разрабатывать эффективные меры по их защите и восстановлению.

Библиографический список

Алёмов С.В. Оценка экологического качества портовых акваторий региона Севастополя по характеристикам сообществ макрозообентоса // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — 2009. — № 189. — С. 19—29.

Алешко С.А. Действие нефтяных углеводородов на морские организмы на молекулярном уровне // Известия ВНИРО. — 2007. — Т. 148. — С. 247—261.

Гидрофизическая характеристика Керченского пролива в декабре 2009 г. / Г.Ф. Джиганшин, А.С. Мотыгин, А.Н. Морозов, С.А. Шутов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — 2010. — № 23. — С. 153—158.

Елецкий И.Ю. Использование естественных популяций черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis*) для активизации процессов самоочищения, а также как тест-биоиндикатора качества морской среды // Вестник Краснодарского регионального отделения Русского географического общества: сб. ст. / отв. ред. И.Г. Чайка, Ю.В. Ефремов, Л.А. Морева. — Краснодар: И. Платонов, 2020. — Вып. 10. — С. 261—266.

Инжебейкин Ю.И., Аксёнов Д.С. Сезонная динамика гидрологии вод Керченского пролива до периода активного техногенного воздействия (по экспедиционным данным исследованиям ЮНЦ РАН 2005—2009 гг.) // экология. Экономика. Информатика. Сер.: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. — 2019. — Т.1, №4. — С. 171—179.

Козинцев А.Ф. Мидия *Mytilus galloprovincialis* Лам. — биоиндикатор загрязнения тяжёлыми металлами прибрежных вод Крыма (Чёрное море): автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Киев, 2014. — 24 с.

Ларин А.А., Павленко Л.Ф., Корпакова И.Г. Накопление загрязняющих веществ в моллюсках из юго-восточного района Азовского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. — 2009. — №1. — С. 45—48.

Макрозообентос мелководья Керченского пролива и прибрежной зоны Таманского полуострова (Азово-Черноморский бассейн) / В.Г. Копий, Л.В. Бондаренко, В.А. Тимофеев, Д.В. Подзорова, М.А. Ковалёва // Экосистемы. — 2022. — № 30. — С. 69—83.

Матишов Г.Г., Инжебейкин Ю.И., Савицкий Р.М. Воздействие на среду и биоту аварийного разлива нефтепродуктов в Керченском проливе в ноябре 2007 г. // Водные ресурсы. — 2013. — Т. 40, № 3. — С. 259—273.

Межведомственные полевые исследования последствий катастрофы танкера «Волгонепть-139» в Керченском проливе / Д.Я. Фашук, М.В. Флинт, Б.Н. Панов, Г.А. Колочкина // Океанология. — 2010. — Т. 50, № 3. — С. 468—471.

Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря = Identification Keys for Fish and Invertebrates / Н.Г. Богуцкая [и др.]. Рыбы и моллюски = Fish and Molluscs. — СПб.; М.: Т-во научных изданий КМК, 2013. — 543 с.

Оскольская О.И., Тимофеев В.А., Бондаренко Л.В. Влияние загрязнения шельфовой зоны Чёрного моря на морфофизиологические характеристики мидии *Mytilus galloprovincialis* LAM. // Экология моря. — 1999. — Т. 49. — С. 84—89.

Оценка загрязнения Керченского пролива и прилегающей акватории Чёрного моря по данным натурных измерений 2019—2020 гг. / П.О. Завьялов, И.Б. Завьялов, А.С. Ижицкий [и др.] // Океанология. — 2022. — Т. 62, № 2. — С. 194—203.

Павленко Л.Ф., Анохина Н.С., Барабашин Т.О. Накопление и выведение углеводов двустворчатыми моллюсками в зависимости от уровня нефтяного загрязнения донных отложений // Труды АзНИИРХ. — 2023. — Т. 4. — С. 192—200.

Сербин А.Д., Алёмова А.С., Скуратовская Е.Н. Биохимические реакции черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* на нефтяное загрязнение // Понт Эвксинский — 2023: материалы XIII всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием для молодых учёных по проблемам водных и наземных экосистем, посвящ. 60-летию со дня преобразования Севастопольской биологической станции в ИнБЮМ. — Севастополь: ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН, 2023. — С. 87—88.

Скуратовская Е.Н., Алёмова А.С. Влияние нефтяных углеводов на биохимические показатели черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* // Актуальные вопросы биологической физики и химии. — 2022. — Т. 7, № 4. — С. 650—656.

Углеводороды в двустворчатых моллюсках Азовского моря / И.Г. Корпакова, Л.Ф. Павленко, А.А. Ларин, Н.С. Анохина, Г.В. Скрыпник // Вопросы рыболовства. — 2013. — Т. 14, № 4 (36). — С. 769—777.

Экосистемный мониторинг Керченского пролива после аварийных разливов нефтепродуктов в ноябре 2007 г. / Г.Г. Матишов, Р.М. Савицкий, В.А. Лужняк [и др.] // Современные проблемы морской инженерной экологии (изыскания, ОВОС, социально-экономические аспекты): материалы Междунар. науч. конф. / отв. ред. Г.Г. Матишов. — Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. — С. 175—178.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| А | Л |
| Абрамчук А.В. 4, 9, 15, 19, 40 | Лежепекоев В.И. 9, 102 |
| Аджиумеров А.Э. 83 | Литвин А.Ю. 88, 107 |
| Азизов Н.Я. 26 | |
| Анохина О.К. 51 | М |
| | Макаров М.В. 91 |
| Б | Малько С.В. 83 |
| Базикало Е.А. 37 | Маркова В.С. 46 |
| Бовшес О.Г. 94 | Матасова И.Ю. 94, 96 |
| Борисова С.Д. 29, 31 | Мирзаев У.Т. 59 |
| Будник Ю.В. 40 | Морита М. 15 |
| Букарева О.В. 34, 37, 40, 43 | Москул Г.А. 102 |
| | Мустафаева З.А. 99 |
| В | |
| Васянина Е.А. 4 | Н |
| Витер Т.В. 91 | Нагалецкий Э.Ю. 56 |
| Вишторская А.А. 120 | Нагалецкий Ю.Я. 56 |
| | |
| Г | О |
| Говоркова Л.К. 48, 51 | Олексюк М.Э. 115 |
| Головин П.П. 120 | |
| Головина Н.А. 120 | П |
| Горбенко А.И. 43 | Пашинова Н.Г. 128 |
| Гордеева М.Э. 53 | Плотников Г.К. 102, 107 |
| Губаев Э.А. 29 | Порфиленко И.В. 70 |
| | Поспелова Н.В. 46 |
| | Приймак А.С. 46 |
| Д | |
| Димаки О.Ю. 107 | |
| | Р |
| Е | Ремизова Н.П. 65 |
| Ерощенко С.С. 56 | Решетников С.И. 111, 115 |
| | Романова Н.Н. 120 |
| З | Ротер А.В. 139 |
| Зайцев Н.А. 94 | |
| Зиганшин Э.Ф. 53 | С |
| | Сабирова Д.М. 31 |
| И | Савинов А.А. 15, 19, 74 |
| Иванова Е.А. 135 | Смирнова А.А. 79 |
| Исматиллаева Г.М. 59 | Стуков А.В. 124, 128 |
| | |
| К | Т |
| Козуб М.А. 62, 65 | Тюбова В.Ф. 96 |
| Комарова С.Н. 70, 74, 79 | Тындык А.В. 96 |
| Кононенко И.А. 111 | |
| Копий В.Г. 91 | Х |
| Кривонос В.Р. 65 | Хагур Т.Р. 19 |
| Кулиш А.В. 83 | |

Ч

Чернова А.Е. 48, 51

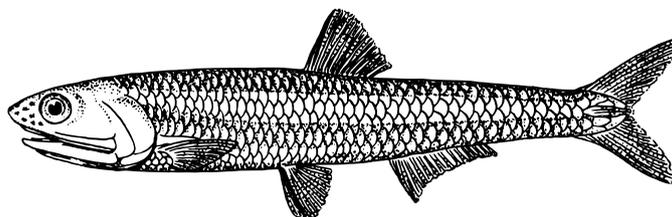
Щ

Щеглов С.Н. 132

Щербань С.А. 135

Ш

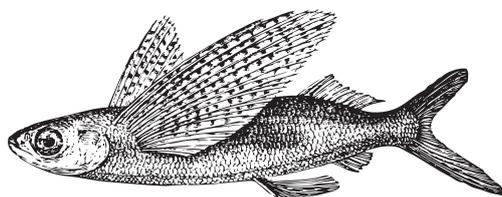
Шалито С.Н. 34



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Абрамчук А.В., Васянина Е.А. Результаты выращивания товарной форели на ООО «СХП “Кузнечное”» Ленинградской области	4
Лежепеков В.И., Абрамчук А.В. Морфобиологическая характеристика горчак обыкновенного <i>Rhodeus sericeus amarus</i> (BLOCH, 1782) и его роль в экосистеме бассейна реки Кубань (на примере Азовских лиманов)	9
Савинов А.А., Морита М., Абрамчук А.В. Сравнение морфофизиологических параметров гамбузии (<i>Gambusia holbrooki</i> (GIRARD, 1859)) различных водоёмов г. Краснодара	15
Савинов А.А., Хагур Т.Р., Абрамчук А.В. Чернополосая цихлазома (<i>Amatitlania nigrofasciata</i> (GÜNTHER, 1867)) — новый вид в ихтиофауне озера Старая Кубань г. Краснодара	19
Азизов Н.Я. Роль макрофитов в мониторинге водоёма	26
Губаев Э.А., Борисова С.Д. Роль макрофитов в мониторинге водоёма	29
Сабирова Д.М., Борисова С.Д. Научные основы и биотехнологические стратегии использования хлореллы	31
Шалито С.Н., Букарева О.В. Влияние антропогенной нагрузки на планктонные сообщества Новороссийской бухты	34
Базикало Е.А., Букарева О.В. Антропогенное воздействие на фитопланктон реки Полтавский ерик Краснодарского края	37
Будник Ю.В., Букарева О.В., Абрамчук А.В. Экология тихоокеанской устрицы (<i>Crassostrea gigas</i>) в условиях Каламитского залива Чёрного моря (Республика Крым)	40
Горбенко А.И., Букарева О.В. Антропогенное влияние на фитопланктон водоёмов окрестностей станицы Ленинградской Ленинградского района Краснодарского края	43
Маркова В.С., Поспелова Н.В., Прийма А.С. Разнообразие микроводорослей в спектре питания культивируемых двустворчатых моллюсков (Чёрное море)	46
Чернова А.Е., Говоркова Л.К. Качество вод в циркуляционной установке по микробиологическим показателям	48
Говоркова Л.К., Чернова А.Е., Анохина О.К. Микробные сообщества в условиях замкнутых систем водооборота	51
Гордеева М.Э., Зиганшин Э.Ф. Экологическое состояние водных экосистем г. Казани и перспективные показатели для его оценки	53
Ерощенкова С.С., Нагалецкий Э.Ю., Нагалецкий Ю.Я. Динамика изменения рыбного хозяйства Краснодарского края в период с 2014 по 2024 год	56
Исматиллаева Г.М., Мирзаев У.Т. Морфологическая характеристика серебряного карася (<i>Carassius gibelio</i>) канала Куркулдак (Узбекистан)	59
Козуб М.А. Содержание тяжёлых металлов в рыбе из Карасунского озера (г. Краснодар)	62
Кривонос В.Р., Козуб М.А., Ремизова Н.П. Развитие мезозoopланктона в экологически разнородных участках акватории Новороссийской бухты (порт, средняя и открытая части) Чёрного моря в июне—июле 2024 г.	65
Комарова С.Н., Порфиленко И.В. Биологическая характеристика саргана [<i>Belone belone</i> (LINNAEUS, 1761)] в районе г. Новороссийска (Чёрное море)	70
Савинов А.А., Комарова С.Н. Биологическая характеристика канального сомика (<i>Ictalurus punctatus</i> (RAFINESQUE, 1818)) оз. Старая Кубань (г. Краснодар)	74
Комарова С.Н., Смирнова А.А. Биологическая характеристика черноморской	

барабули (<i>Mullus barbatus ponticus</i> ESSIROV, 1927) в районе г. Новороссийска (Чёрное море)	79
Кулиш А.В., Малько С.В., Аджиумеров А.Э. Таксономический состав и видо- вое разнообразие рыб реки Чурюк-Су (Крым)	83
Литвин А.Ю. Современное состояние мейобентоса рыхлых грунтов в акватории Новороссийской бухты	88
Макаров М.В., Копий В.Г., Витер Т.В. Эпифитон макрофитов некоторых ро- дов у побережья Казантипа (Крым, Азовское море)	91
Матасова И.Ю., Бовшес О.Г., Зайцев Н.А. Изучение загрязнения пляжей го- рода Новороссийска микропластиком	94
Матасова И.Ю., Теубова В.Ф., Тындык А.В. Исследование состояния мор- ской воды и фитопланктона в акватории затопления судов «Волганефть-212» и «Волганефть-239» в декабре 2024 г.	96
Мустафаева З.А. Весенние сообщества фитопланктона озёр Бухарской обла- сти Узбекистана	99
Лежепекоев В.И., Плотников Г.К. Морфобиологическая характеристика быч- ка сирмана (ширмана) <i>Ponticola (Neogobius) syrman</i> (NORDMANN, 1840) и его роль в экосистеме бассейна реки Кубань (на примере азовских лиманов)	102
Димаки О.Ю., Литвин А.Ю., Плотников Г.К. Современное состояние мейозо- обентоса зарослевого биоценоза западного побережья Новороссийской бухты	107
Кюноненко И.А., Решетников С.И. Морфобиологическая характеристика и изменчивость представителей рода <i>Carassius</i> в водоёмах Азово-Кубанской низ- менности	111
Олексюк М.Э., Решетников С.И. Состояние популяций и изменчивость чер- номорской барабули (<i>Mullus barbatus ponticus</i>) в северо-восточной части Чёрно- го моря	115
Романова Н.Н., Головин П.П., Головина Н.А., Вишторская А.А. Монито- ринг иммунофизиологического состояния гидробионтов в аквакультуре	120
Стуков А.В. Возрастные изменения качественного и количественного состава пищи берша [<i>Sander volgensis</i> (GMELIN, 1789)] Краснодарского водохранилища	124
Стуков А.В., Пашинова Н.Г. Плодовитость и половой диморфизм берша [<i>Sander volgensis</i> (GMELIN, 1789)] Краснодарского водохранилища	128
Щеглов С.Н. Использование дискриминантного анализа для выявления раз- личий популяций черноморской ставриды (<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> ALEEV, 1956) по морфологическим особенностям	132
Щербань С.А., Иванова Е.А. Некоторые основные физиолого-биохимические параметры соматического роста черноморских моллюсков <i>Cerastoderma glaucum</i> (BRUGUIERE, 1789), <i>Mytilus galloprovincialis</i> (LAMARCK, 1789) и <i>Mytilaster lineatus</i> (GMELIN, 1791) (Азово-Черноморский бассейн)	135
Ротер А.В. Экологическая угроза для мидий — важных участников морских экосистем: первые последствия нефтяного разлива в Керченском проливе 15 декабря 2024 г.	139
Авторский указатель	146



Научное издание

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

Материалы VI Всероссийской
научно-практической конференции

Материалы печатаются в авторской редакции.

Подписано в печать 12.09.25. Выход в свет 15.09.25.

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

Бумага тип. № 1. Гарнитура «Century Schoolbook». Уч.-изд. л. 11,46.

Тираж 500 экз. Заказ № 6218.

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

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

