



КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

IV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ  
И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

г. Краснодар, 30 мая 2023 г.



Краснодар  
2023

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

Кафедра водных биоресурсов и аквакультуры

# ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

Материалы IV Всероссийской научно-практической  
конференции студентов, аспирантов и молодых учёных

Краснодар, 30 мая 2023 г.

Краснодар  
2023

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

Редакционная коллегия:

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

В 623 Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / ответственный редактор Г. А. Москул; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2023. — 72 с.: ил. — 200 экз.  
ISBN 978-5-8209-2340-1

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

## ПРЕДИСЛОВИЕ

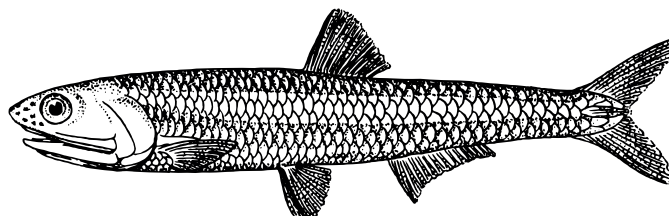
В Кубанском государственном университете 30 мая 2023 г. состоялась IV Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России». Она традиционно привлекла внимание не только коллег из южных регионов, но и далеко за их пределами.

В сборник материалов конференции вошли статьи молодых исследователей выполненных под руководством и непосредственным участии учёных, преподавателей, наставников. Указом Президента России Владимира Путина 2023 г. объявлен Годом педагога и наставника, что придаёт особый статус педагогических работников, в том числе выполняющих наставническую деятельность. Считаю крайне важным и своевременным вовлекать в научную деятельность как можно большего количества увлечённых и инициативных молодых исследователей.

Направления проводимых и исследований и тематики представленных материалов касаются вопросов воспроизводства водных биологических ресурсов, аквакультуры, гидробиологических сообществ, биологии и экологии отдельных видов рыб, а также проблемы современного состояния и перспективы развития отрасли аквакультуры в отдельных регионах России. Помимо этого рассматривались актуальные вопросы экологического состояния водных ресурсов и пути их сохранения и рационального использования в условиях современной антропогенной нагрузки.

Члены организационного комитета благодарят всех участников IV Всероссийской научно-практической конференции «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России» за активную работу и надеются на дальнейшее сотрудничество.

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



УДК 639.31

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАТОЧНЫХ СТАД ТИЛЯПИИ В УСЛОВИЯХ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦЕНТРА «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ» КубГУ

А.В. Абрамчук, Н.Г. Пашинова, М.А. Козуб, С.Н. Манафова  
 Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия  
 E-mail: apilab@yandex.ru

Тропические рыбы тилапии — традиционный объект промысла и аквакультуры в странах Африки и Ближнего Востока, находящихся на территории их естественного ареала. Только относительно недавно, начиная с 1950-х гг., ареал выращивания тилапии стал стремительно расширяться, и в настоящее время её культивируют более чем в 120 странах (Боронецкая, 2012). В мировой аквакультуре наиболее широко используются тилапии, относящиеся к роду *Oreochromis* GÜNTHER, 1889. Род включает 43 вида и подвида тилапий, в том числе такие широко используемые в аквакультуре как нильская (*O. niloticus*), мозамбикская (*O. mossambicus*), голубая (*O. aureus*), занзибарская (*O. hortorum*) тилапии. На долю рода *Oreochromis* приходится более 90% мирового производства тилапии. Тилапии, относящиеся к другим родам, имеют значительно меньшее хозяйственное значение (Привезенцев, 2008).

Для тилапий рода *Oreochromis* характерно довольно высокое, сжатое с боков тело, один длинный (до 34 лучей) спинной плавник с большим количеством жестких колючих лучей. В анальном плавнике 3—5 утолщённых колючек. Хвостовой плавник симметричный и веерообразный. Голова относительно короткая, но широкая. Рот большой, хорошо развитый. На челюстях в несколько рядов расположены короткие, расширенные кверху зубы. Зубы наружного ряда более крупные, двухвершинные, остальные мелкие и трёхвершинные. Жаберные тычинки редуцированы до небольших бугорков. Боковая линия прервана и состоит из двух частей: верхней боковой и нижней хвостовой. Чешуя

крупная, плотно сидящая. Количество позвонков 25—33.

По продолжительности жизни (6—8 лет) тилапий относят к короткоцикловым рыбам, однако отдельные виды этого рода живут до 12 лет. Характер питания тилапий, как и многих других видов рыб, в значительной степени определяется кормовой базой водоёма, которая в свою очередь зависит от ряда факторов, в частности, плотности посадки рыбы, состава ихтиофауны, использования методов интенсификации. Личинки большинства видов тилапий, переходящие на активное питание, предпочитают, в основном, мелкие формы фито- и зоопланктона, а также детрит (Привезенцев, 2001).

Объектом нашего исследования является голубая, или золотая, тилапия (*Oreochromis aureus* STEINDACHNER, 1864) из рода *Oreochromis*.

Естественный ареал голубой тилапии — водоёмы Африки от Сенегала до Чада, река Нил — от Каира до озёр дельты, Ближний Восток (Иордания, Израиль). Завезена в СССР из Республики Куба в 1983 г. и вторично в 1989 г.

Один из самых холодоустойчивых видов. Широко используется в аквакультуре, в том числе в межвидовой гибридизации. По своим продуктивным качествам близка к нильской тилапии.

Оптимум температуры воды для неё составляет 22—35 °С, а пороговые температуры — 10—15 и 38—42 °С. Средняя длина 20 см, но достигает 45 см и массы 2,7 кг. Живёт в среднем до 5 лет, но возможны случаи — и до 12 лет. Туловище довольно высокое, сжатое с боков, несёт один большой (до 34 лучей) спинной плавник. Голова относительно короткая

и широкая, что связано с особенностями их размножения — инкубацией икры и выдерживанием личинок в ротовой полости (Spataru, Zorn, 1978).

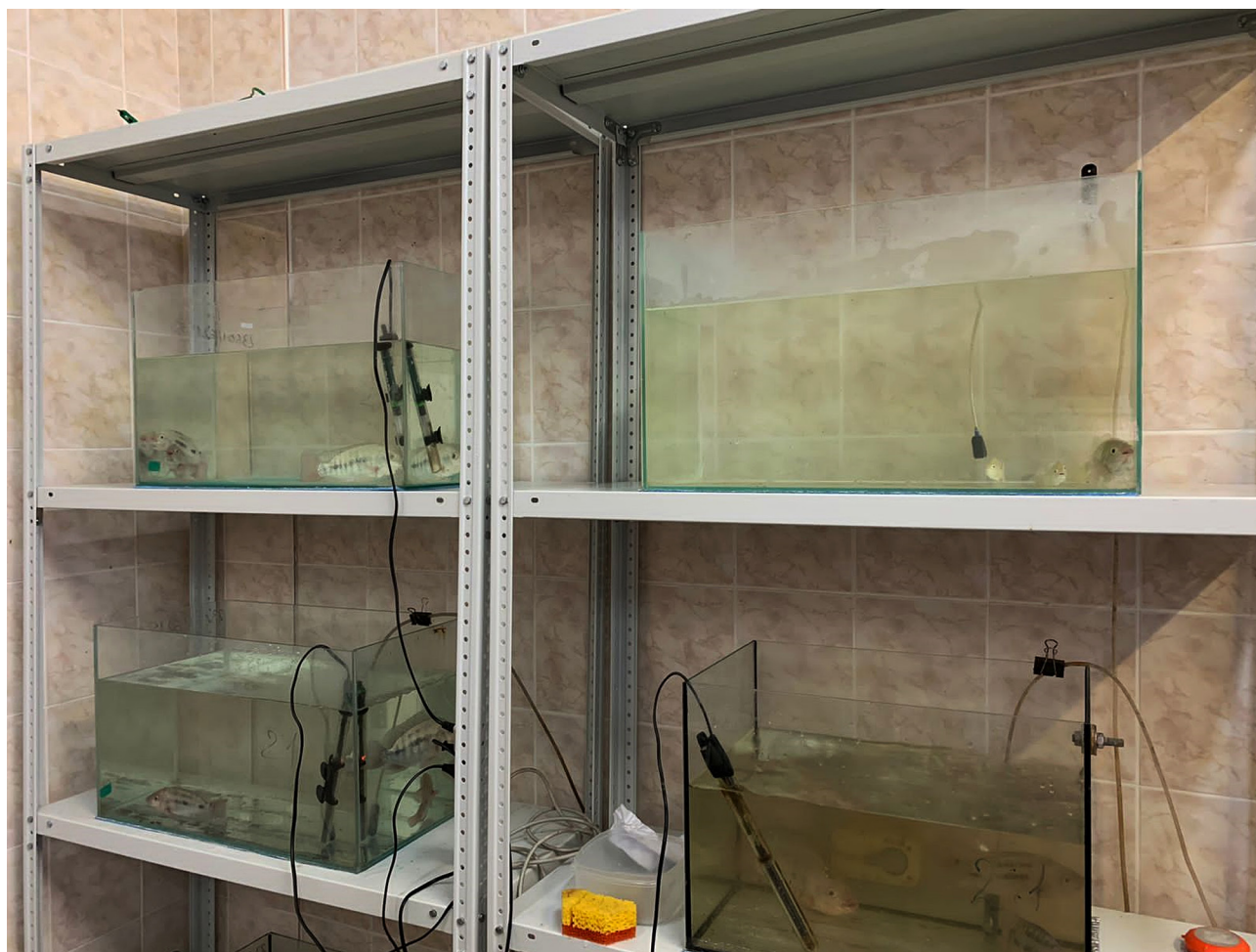
Рот большой, сильно развитый. На челюстях имеется несколько рядов коротких зубов. Жаберные тычинки редуцированы до небольших бугорков. Боковая линия прервана и состоит из двух частей: хвостовой нижней и спинной верхней. Плавники хорошо развиты. Спинной плавник имеет большое количество жестких, острых лучей, в анальном плавнике несколько утолщенных колючек. Хвостовой плавник симметричный и веерообразный. Чешуя крупная, плотно сидящая. Количество позвонков — 25—33. Полифаг, основной корм — планктон. Кишечник в 3—8 раз длиннее тела, сечение почти одинаковое по всей его длине. Желудок однокамерный, без пилорических придатков, на его дне расположены железы. В пилори-

ческом отделе желудка мышцы толстые. Переваривание всех химических компонентов пищи завершается при прохождении  $\frac{2}{3}$  длины кишечника. Плавательный пузырь очень тонкий, замкнутый (Spatar, Dadzie, 1970).

Цель работы — формирование маточного стада голубой тилляпии в условиях НПЦ «Перспективные технологии в аквакультуре» КубГУ.

В рамках достижения поставленной цели необходимо было решить ряд задач: адаптация параметров установки замкнутого цикла для содержания тилляпии, преднерестовое выдерживание, формирование гнезд производителей и осуществление нереста.

Исследования проводились на базе НПЦ «Перспективные технологии в аквакультуре» КубГУ. Для формирования ремонтно-маточного стада использована голубая тилляпия (*Oreochromis aureus* STEINDACHNER, 1864) из Астраханской



Формирование гнезд тилляпии в аквариальном комплексе

области. Для содержания рыб использовали установку замкнутого водоснабжения состоящую из 4 квадратных пластиковых бассейна, объёмом 2,25 м<sup>3</sup> и площадью 2,25 м<sup>2</sup> каждый, барабанного фильтра, фильтра биологической очистки погружного типа, объёмом 5,0 м<sup>3</sup> и насосов.

Для формирования гнёзд производителей рассаживали в аквариумы ёмкостью от 50 до 150 л в соотношении самцов и самок: 1 : 3, 1 : 5, 1 : 7 (см. рисунок).

Температура воды поддерживалась на уровне 25—28 °С, концентрация водородных ионов (*pH*) была в пределах 7,0—7,2, концентрация кислорода — 6—7 мг/л.

При подборе отдельных нерестовых групп отбирались особи приблизительно равной массы. В опыте 1 : 3 самец вёл себя агрессивно, самки находились в состоянии постоянного прессинга, что негативно сказывалось на нересте. Оптимальные результаты были получены в опытах 1 : 5 и 1 : 7, при этом достоверных отличий в этих группах выявлено

не было. Практически все самки отнерестились с участием самца. Оплодотворяемость икры составила 85—95 %. После оплодотворения самка собирала икру для дальнейшей инкубации в ротовую полость. Плодовитость сильно варьировала в зависимости от возраста и размеров самки и составила от 124 до 1 380 икринок. Диаметр икринок был 1,7—2,1 мм. Выход личинок составлял от 78 до 85 %. Получена жизнеспособная молодь голубой тилапии, которая в дальнейшем подращивалась в условиях разреженной плотности порядка 500 экз./м<sup>3</sup>. Таким образом, при воспроизводстве тилапии в условиях малых бассейнов (аквариумов) целесообразно использовать одного самца на пять или семь самок. Сформированное ремонтно-маточное стадо голубой тилапии включает производителей весом от 47 до 558 г.

Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда (Грант № НИП 20.1/22.34).

### Библиографический список

Боронецкая О.И. Использование тилапии (*Tilapia*) в мировой и отечественной аквакультуре // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2012. — № 1. — С. 164—173.

Привезенцев Ю.А. Тилапии (систематика, биология, хозяйственное использование). — М.: Столичная типография, 2008. — 80 с.

Spataru P., Zorn M. Food and feeding habits of *Tilapia aurea* (STEINDACHNER) (Cichlidae) in Lake Kinneret (Israel) // Aquaculture. — 1978. — № 13 (1). — P. 67—79.

Spatar Dadzie S. Laboratory experiment on the fecundity and frequency of spawning in *Tilapia aurea* // Bamidgeh. — 1970. — № 22. — P. 14—18.

УДК 595.7(470.620)

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЧЁРНОЙ ЛЬВИНКИ В УСЛОВИЯХ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦЕНТРА «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ» КубГУ

А.В. Абрамчук, Н.Г. Пашинова, М.А. Козуб, О.В. Рыба  
Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия  
E-mail: apilab@yandex.ru

Чёрная львинка *Hermetia illucens* (L., 1758) относится к отряду двукрылых (Diptera), семейству львинки (Stratiomyidae), роду *Hermetia*. Это насекомое широко распространено в тропическом и субтропическом климате. Имаго имеет только одну пару крыльев и тёмный и однородный окрас (Адаптация и перспективы ... , 2017; Why for feed ... , 2020).

В течение жизни чёрная львинка проходит все стадии метаморфоза, свойственные насекомым с полным циклом развития: яйцо → предличинка → личинка → предкуколка → куколка → имаго. Именно личиночную стадию развития мухи используют в качестве ценного кормового белково-липидного сырья. Чёрная львинка относится к редким видам беспозвоночных, способных круглогодично развиваться в чистой культуре в замкнутом пространстве (Адаптация и перспективы ... , 2017; Wang, Shelomi, 2017).

Жизненный цикл чёрной львинки в значительной степени зависит от внешних факторов: температура и влажность окружающей среды, освещенность, а также наличие и качество питания.

Длина взрослой особи 15—20 мм, личинки достигают 27 мм в длину и 6 мм в ширину. В заключительной стадии развития их масса составляет около

220 мг. Их окраска при этом тусклая и белесая (рис. 1).

Личинки активно питаются. В день каждая особь съедает от 15 до 350 мг свежего вещества. В роли корма выступают гниющие фрукты и овощи, сельскохозяйственные отходы и животный навоз. По имеющимся литературным данным (Цой, 2019), личинки способны потреблять до 500 мг корма ежедневно.

При низких температурах личинки достигают последней личиночной стадии через 2 месяца, в условиях дефицита корма личиночная стадия может длиться до 4 месяцев. В конце этой стадии предкуколка опустошает пищеварительный тракт, перестает питаться и двигаться. По результатам наблюдений стадия куколки продолжается около 14—16 дней, однако при низких температурах она может продлиться до 5 месяцев. При оптимальных температурах (25—27 °С) из помещённых в инсектарий куколок наблюдался выход имаго мух.

Имаго чёрной львинки раздельнополые. В стаде присутствуют особи обоих полов. Количество яиц в одной кладке может составлять более 500 шт. Следует отметить, что взрослые особи, не нуждаются в пище для поддержания своей жизнедеятельности. Жиры, кото-



Рис. 1. Личинки, куколки и имаго чёрной львинки



рые накопились на личиночной стадии, обеспечивают достаточный запас энергии для поддержания жизни взрослых особей (Определение водорастворимых витаминов ... , 2010).

Яйца чёрной львинки имеют овоидную форму и среднюю длину около 1 мм. Исходно яйца имеют бежевый цвет, который со временем меняется на грязно-желтый в течение инкубационного периода, который может продолжаться до 4 дней. Для успешной инкубации и развития яиц чёрной львинки требуется оптимальная температура, которая составляет 25—30 °С (Цой, 2019).

Промышленное разведение чёрной львинки обычно проводится в странах с теплым климатом, где вольтеры размещаются на открытом воздухе. Одной из причин для такого выбора является высокая требовательность львинки к освещённости, что может вызвать определенные трудности при разведении в помещении. Солнечный свет и естественное освещение играют важную роль в её жизненном цикле, обеспечивая оптимальные условия для развития и роста. Поэтому открытые вольтеры становятся идеальным местом для промышленного разведения чёрной львинки, создавая природное окружение, в котором эти насекомые чувствуют себя комфортно и продуктивно размножаются. Дополнительные преимущества включают возможность использования естественных источников пищи, таких как органический мусор, чтобы обеспечить питание львинки. Таким образом, разведение чёрной львинки на открытом воздухе в странах с теплым климатом является предпочтительным вариантом для достижения оптимальных результатов (База данных «Химический состав пищевых продуктов ...», 2010; Modulation of nutrient composition ... , 2017).

Цель работы — культивирование чёрной львинки для получения личинок насекомого и использование их в качестве белково-липидного компонента комбикорма для рыб.

В ходе изысканий нами в условиях Научно-производственного центра «Перспективные технологии в аквакультуре» был оборудован экспериментальный мини-инсектарий, размер которого составил 100 × 100 × 60 см. Инсектарий представляет собой деревянный каркас, обтянутый сеткой (рис. 2). Сверху располагается откидная крышка, приспособленная для удобного ухода за насекомыми. Температура в помещении для разведения мух поддерживалась на уровне 25—27 °С, влажность 55—60 %.



Рис. 2. Экспериментальный инсектарий

В центре инсектария разместили кормушку для имаго, которая представляет собой контейнер с сахарным или медовым сиропом, с расположенными на нём поролоновыми палочками. Питание для мух этого вида не является строго необходимым, но существенно увеличивает продолжительность их жизни.

В качестве субстрата для откладки яиц мухами в инсектарий помещены деревянные дощечки. На дно готового инсектария устанавливалась ёмкость с пупариями мух. После выхода из пупарий самцов и самок, начиная с третьего

дня жизни, они спаривались в полете. На пятый день после появления первых мух были зафиксированы первые кладки яиц.

Самки чёрной львинки откладывали яйца на деревянные дощечки в виде больших кладок, каждая из которых содержала несколько сотен яиц. Для обеспечения успешного развития яиц, их инкубировали в чашках Петри, помещённых в сухой картон. Температура окружающей среды составляла 25—27 °С, а влажность воздуха поддерживалась на уровне 80 %. Такие условия способствовали оптимальному развитию личинок. Продолжительность развития яиц чёрной львинки при указанной температуре составила около трёх суток.

Для инкубации яиц третьего дня использовались пластиковые контейнеры, которые были заполнены питательным субстратом. Каждый контейнер содержал 20 кладок и 4—5 см питательного субстрата. В качестве питательного субстрата успешно использовались различные компоненты, такие как овощи, пшеничные отруби, рис, манка, овсянка, отходы переработки рыбной продукции. Эти компоненты использовались как вместе, так и по отдельности.

Для приготовления готового субстрата мы добавляли в сухую смесь воду до достижения липкой кашеобразной консистенции. При этом, для использования твёрдых круп их замачивали в воде на сутки или заливали кипятком. Отруби и другие компоненты, легко размокающие, готовились непосредственно перед использованием.

В процессе выращивания личинок обеспечивали хорошую аэрацию, поддерживали оптимальную температуру и контролировали влажность субстрата в контейнерах. При высокой плотности

личинок температура субстрата колебалась от 25 до 37 °С.

Процесс развития личинок до предкуколки длился от 14 до 18 сут. После завершения питания личинки проходят линьку и приобретают темную, практически черную окраску. На этом этапе они активно ищут подходящее место для окукливания. Если субстрат недостаточно влажный, окукливание может происходить в его толще. Однако, если в субстрат добавить некоторое количество воды, то предкуколки ползали по поверхности в поисках более сухого места для окукливания.

Таким образом, проанализированные собственные данные по культивированию мухи чёрной львинки в условиях НПЦ «Лаборатория перспективных технологий в аквакультуре» КубГУ, а также переработаны имеющиеся современные методики и опыт культивирования данного вида другими исследователями (Адаптация и перспективы ... , 2017; Why for feed ... , 2020; Цой, 2019) можно отметить, что основную ценность для кормопроизводства представляют личинки и предкуколки. Получаемая биомасса используется в качестве компонента комбикорма для рыб, частично замещая в нем протеин животного происхождения.

Личинки мухи чёрной львинки (*H. illucens*) имеют большой агропромышленный потенциал, как источник кормового белка, потребителя и переработчика сельскохозяйственных и бытовых органических отходов, а также производителя питательного субстрата для растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда (Грант № НИП 20.1/22.34).

### Библиографический список

Адаптация и перспективы разведения мухи чёрная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе / А.М. Антонов [и др.] // Принципы экологии. — 2017. — № 3. — С. 4—19. URL: <https://doi.org/10.15393/j1.art.2017.6302>.

База данных «Химический состав пищевых продуктов, используемых в Российской Федерации» // Сайт ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». URL: [http://web.ion.ru/food/FD\\_tree\\_grid.aspx](http://web.ion.ru/food/FD_tree_grid.aspx).

Определение водорастворимых витаминов в витаминных премиксах, биологически-активных добавках и фармацевтических препаратах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с градиентным элюированием / А.А. Бендрышев [и др.] // Вестник Московского университета. — 2010. — № 4. — С. 315—324.

Цой М.В. Культивирование чёрной львинки *Hermetia illucens* (LINNAEUS, 1758) (Diptera: Stratiomyidae) // Научно-агрономический журнал. — 2019. — № 3 (106). — С. 46—48. DOI 10.34736/FNC.2019.106.3.015.

*Hermetia illucens* exhibits bioaccumulative potential for 15 different elements — implications for feed and food production / K. Proc [et al.] // The Science of The Total Environment. — 2020. — Vol. 723. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138125>.

Iron-polyphenol complexes cause blackening upon grinding *Hermetia illucens* (black soldier fly) larvae / R.H Janssen [et al.] // Scientific Reports. — 2019. — Vol. 9. — P. 1—11. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38923-x>.

Modulation of nutrient composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae by feeding seaweed-enriched media / N.S. Liland [et al.] // PLoS One. — 2017. — Vol. 12, № 8. — P. 1—20. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183188>.

Paola G., Anabel M.-S., Santos R. The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) // European Journal of Entomology. — 2013. — Vol. 110, № 3. — P. 461—468. URL: <http://www.eje.cz/pdfs/110/3/461>.

Wang Y.S., Shelomi M. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food // Foods. — 2017. — Vol. 6, № 91. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods6100091>.

Why for feed and not for human consumption? The black soldier fly larvae / L.W. Bessa [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. — 2020. — Vol. 19, № 5. — P. 2747—2763. URL: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12609>.

УДК 556.558.8

**РАДУЖНАЯ ФОРЕЛЬ КАК ОБЪЕКТ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Д.С. Агеев

*Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия**E-mail: danil1706019@mail.ru*

Радужная форель — *Parasalmo mykiss* (WALBAUM, 1792) — вид рыб, относящийся к роду дальневосточных форелей (*Parasalmo* VLADYKOV, 1972) семейства лососёвых (Salmonidae). Как объект культивирования радужная форель привлекает к себе большой интерес, потому что она отличается от других объектов высокими темпами роста, высокой пищевой ценностью и вкусовыми достоинствами: она богата жирами омега-3, 6, витаминами A, D, группы B. Из микроэлементов больше всего полезны калий, магний, цинк, селен, натрий, железо, фосфор. Рыба содержит в себе жирные кислоты и незаменимые аминокислоты, а также богата белком (20 %) (Аринжанов, Мирошникова, Килякова, 2018; Зыкина, 2021).

Половая зрелость у самок радужной форели наступает в возрасте 3—4 лет. Самцы созревают на год раньше. Нерест длится с марта по май в верховьях рек и ручьёв. Икра крупная, диаметр 4—6,5 мм. В естественных водоёмах радужная форель достигает длины 40—50 см и массы 0,8—1,6 кг. Цвет тела меняется в зависимости от гидрохимических факторов, а также грунта, прозрачности воды.

Радужная форель относится к реофильным рыбам, предпочитающая холодные и чистые водоёмы и способная переносить повышение температуры воды до 25—28 °С. Оптимальными температурами считаются 12—18 °С. Форель способна жить в солёной, щелочной воде и в воде с высокой минерализацией. Рыбы способны жить или предпочитают водоёмы с сильным и быстрым течением.

Отмечено, что при *pH* менее 5,6 большинство форм форели не может размножаться. Однако, существуют и

исключения, способные воспроизводиться при *pH* 5,0. Этот факт доказывает, что вид экологически пластичен и способен адаптироваться к окружающим условиям среды (Зыкина, 2021).

В России темпы развития форелеводства значительно отстают от зарубежных стран и берут своё начало с XVIII в. Среди культивируемых пород форели выделяют: Адлер (*Parasalmo mykiss* WALBAUM), Адлерская янтарная (*Parasalmo mykiss* WALBAUM), Рофор (*Parasalmo mykiss* WALBAUM), Росталь (*Parasalmo mykiss* WALBAUM), и акклиматизированные породы — Камлоопс (*Parasalmo mykiss kamloops* JORDAN), Дональдсона (*Parasalmo mykiss* DONALDSON) и Стальноголовый лосось (*Parasalmo mykiss gairdneri*) (Аринжанов, Сережина, 2017).

Выращивание форели сопряжено с различными проблемами и особенностями. Форель выращивают в прудах площадью 50—500 м<sup>2</sup> и глубиной до 1,5 м. Выращивание товарной форели в прудах менее эффективно с точки зрения выхода товарной продукции.

Садковое выращивание наиболее эффективно использовать, имея возможность получения для хозяйства отработанной тёплой воды ГЭС, ТЭС, АЭС. Использование тёплых вод сокращает время выращивания и получения товарной продукции, сокращает сроки достижения полового созревания. В садках форель растёт быстрее, чем в прудах (Совершенствование технологии выращивания ... , 2015).

Установка замкнутого водоснабжения (УЗВ) представляет собой линию технологического оборудования, обеспечивающего наиболее благоприятные условия для выращивания промысловых видов рыб. Линия состоит из узлов водо-

подготовки, механической очистки, биологической очистки, ультрафиолетовой обработки, теплообменника, автокормушки, рыбоводных ёмкостей и цеха инкубации, если тот предусмотрен (Аринжанов, Мирошникова, Килякова, 2016).

Преимущества УЗВ неоспоримы. Контролируемые условия среды, возможность масштабирования хозяйства с таким способом выращивания, возможность полициклического выращивания, простота эксплуатации, не требуется постоянного наличия большого объёма свежей воды.

Наряду с преимуществами можно выделить проблемы в большей потребности УЗВ-системы на биологическую очистку. Так как температура воды для форели ниже, чем необходима для бактерий в биофильтре, то нитрифицирующие бактерии находятся в угнетённом состоянии и для восполнения потерь необходимо на 40 % больше биоагрузки, что ведёт к большим экономическим затратам в этой категории расходов. Также необходимо проводить такой процесс как дегазация — удаление из воды части углекислого газа и насыщение её атмосферным кислородом. Это процесс обязателен для данного способа выращи-

вания, что также приводит к некоторому удорожанию производства (Хорошайло, Комлацкий, Цой, 2021).

Для технологии выращивания форели в УЗВ, в отличие от прудового метода, необходимо использовать исключительно качественные, без признаков порчи и намокания экструдированные корма, подходящие виду радужной форели, например, от российских производителей (Лим-Корм, Акварекс и др.) или от зарубежных (BioMar, Aller Aqua и др.) (Мирошникова, Клычкова, Аринжанов, 2016).

Для того чтобы реализовать главную задачу рыбоводства в получении товарной продукции, необходимо кормить объекты аквакультуры доброкачественными комбикормами, покрывающими весь спектр потребности в питании. Для лососёвых рыб комбикорма производят в основном из отходов промышленного рыболовства. Состав комбикормов для форели включает такие ингредиенты как масла, протеин растительного происхождения, углеводы, жиры, влажность (Кондратюк, 2020).

Подводя итог, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным способом для выращивания форели является использование УЗВ.

### Библиографический список

Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Индустриальное рыбоводство в России и за рубежом. — Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2018.

Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Технические средства аквакультуры: учеб. пособие. — Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2016.

Аринжанов А.Е., Сережина Е.Е. Современное состояние форелеводства в России // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. — Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2017. С. 1500—1504.

Зыкина Е.А. Опыт товарного выращивания радужной форели в Пензенской области // Сурский вестник. — 2021. — № 2 (14). — С. 42—47.

Кондратюк В. Влияние аминокислотного питания на продуктивность сеголеток радужной форели // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. — 2020. — № 124. — С. 104—114.

Мирошникова Е.П., Клычкова М.В., Аринжанов А.Е. Практикум по кормлению рыб: учеб. пособие. — Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2016.

Совершенствование технологии выращивания рыбы в садковом хозяйстве

Ириклинского водохранилища / Е.П. Мирошникова [и др.]. — Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2015.

*Хорошайло Т.А., Комлацкий Г.В., Цой О.С.* Состояние численности, уловов и искусственного воспроизводства русского осётра Азовского бассейна // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. — 2021. — № 3 (67). — С. 18—21.

УДК 639.21

**ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАЦИИ НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО  
ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ В РЕКЕ ДОНСКАЯ ЦАРИЦА**

И.А. Андреева, А.А. Каширина, О. Прошкина, А.А. Филипенко

*Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»), г. Волгоград,  
Россия**E-mail: andreeva.irishka@yandex.ru*

В Цимлянском водохранилище ограничивается запас многих видов рыб за счёт условий размножения, а именно в результате исчезновения первоначального вида пойменных нерестилищ, которые заменяются затопленной осушенной зоной.

В первые годы образования Цимлянского водохранилища преобладал положительный воспроизводственный процесс ихтиофауны. Существовали многочисленные места нереста, неограничивающие численность поколений.

Общая экологическая обстановка на нерестилищах претерпела перестройку за счёт следующих факторов: усиление прогрева воды, ухудшение кислородного режима, сокращение зоны, пригодной для нереста, снижение проточности.

С момента заполнения, начались процессы, на основании которых, происходит изменение первоначального рельефа дна и берегов. Так, к источникам поступления больших масс наносов в участки водохранилища относятся:

- сток взвешенных наносов с водами Дона;
- продукты, образующиеся в результате механического разрушения берегов и дна водохранилища;
- продукты жизнедеятельности водных животных и растений.

К тому же, существует значительное подчинение режима водоёма состоянию водосборной территории и небольшим диапазонам процессов самоочищения.

Развитие заиления ложа водоёма влечёт за собой сокращение фильтрации воды, что как следствие ухудшает уровень подъёма грунтовых вод.

Помимо этого, сильное воздействие на состояние водоёма оказывает расти-

тельность. Прежде всего, они являются индикатором, способным показать вид и состав загрязнений вод. В одном случае, качество воды зависит от состава и количества организмов, живущих в водоёме, а в другом их состояние зависит от множественных факторов (химический, температурный и др. режимы). При отмирании прибрежной водной растительности, водоём получает негативное влияние, таким образом, начинается процесс заиления, ухудшается качество воды и т. д. Обратной стороной может послужить и большое количество растительности, именно поэтому важно регулировать её численность в водоёме.

Актуальным считается вопрос о прогреве воды по всей её толще, что создаёт процессы загрязнения, а также сокращает действие самоочищения.

Многие из вышеперечисленных негативных последствий, можно предотвратить при помощи мелиоративных работ.

Мелиорация естественных нерестилищ дала возможность значительно повысить эффективность естественного воспроизводства рыб, однако она имеет смысл только в том случае, если мелиоративные работы проводятся систематически, поскольку заиление и зарастание — это столь мощные природные факторы, что борьба с ними должна вестись постоянно.

Заливы, образованные в результате затопления устьевых областей, выпадающих в водохранилище рек, имеют открытые участки, которые подвержены зарастанию водной растительностью. Типичным примером по зарастаемости водоёма, является река Донская Царица.

Река Донская Царица — левый приток Дона. В весенне-летний период представляет собой группу водоёмов глубиной до 3—4 м, подпитываемых родниками. Правый берег крутой порос деревьями и кустарниками, левый берег пологий, зарастающий травой, где во время половодья нерестятся рыбы, дно песчано-илистое.

Сформировавшееся мелководье на устьевом участке реки Донская Царица, более интенсивно подвергается зарастанию высшей водной растительностью.

Разливы реки Донской Царицы простираются по левобережной зоне Верхнего плёса, и соединены с разливами реки Карповки широкой протокой, в которой наблюдается наиболее сильное

развитие макрофитов. В то же время пойма самой реки Донской Царицы на протяжении от железнодорожной насыпи до бывшего русла Дона, подвержены зарастанию в меньшей степени, благодаря наличию стокового течения этого притока. Здесь же и расположены нерестовые биотопы.

Были проведены контрольные обловы в период с 2012 по 2022 г. с целью оценки видового и размерного состава нерестящихся рыб. Количественный учёт молоди осуществляли в последней декаде июля — начале августа. Орудие лова служила мальковая волокуша длиной 25 м из дели с ячейёй 6—7 мм с вшитым в мешок вкладышем из газ-сита № 12 (таблица).

Видовой состав молоди рыб реки Донская Царица Цимлянского водохранилища за период 2018—2022 гг.

Вид ВБР	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Семейство Карповые (Cyprinidae)					
1. Лещ	3	4	—	1	82
2. Плотва	24	8	62	100	153
3. Карась серебряный	—	—	294	133	45
4. Краснопёрка	1	—	—	—	—
5. Густера	2	—	—	2	15
6. Сазан	—	—	—	8	7
7. Язь	—	—	—	3	1
8. Рыбец	1	—	2	—	—
9. Жерех	44	2	—	25	—
10. Верховка	—	—	2	—	2
11. Подуст	—	—	—	2	—
12. Обыкновенный горчак	—	—	—	6	3
13. Пескарёв белопёрый	—	—	2	—	—
14. Уклея	12	31	—	128	48
15. Амурский чебачок	—	—	3	624	77
Семейство Окунёвые (Percidae)					
16. Судак	—	—	—	—	8
17. Окунь речной	4	—	—	—	2
Семейство Сельдёвые (Clupeidae)					
18. Сельдь	2	16	—	—	22
19. Тюлька	—	—	—	—	69
Семейство Бычковые (Gobiidae)					
20. Бычок гонец	—	—	—	—	5
21. Бычок кругляк	—	—	3	—	5
22. Бычок песочник	1	24	97	40	359
23. Бычок Книповича	—	—	3	—	386



Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
24. Бычок звёздчатая пуголовка	—	—	2	—	—
Семейство Иглобые (Syngnathidae)					
25. Рыба игла	—	—	—	—	4
<i>Итого:</i>	94	83	470	1 072	1 293

Ихтиоценоз водоёма за общий исследуемый период представлен 25 видами, относящиеся к 5 семействам: из которых самым многочисленным является семейство Карповые. За последние годы, можно пронаблюдать увеличение численности таких рыб, как бычки, которые являются сильными конкурентами по кормовой базе для основных промысловых видов рыб. Благодаря, короткому циклу развития и эффективности нереста, пополнение популяции происходит достаточно быстро, что опять же негативно отражается на численности ценных видов рыб.

Ещё один второстепенный, сорный вид, начинающий наращивать свою численность в ихтиоценозе водохранилища — горчак обыкновенный.

Особенности размножения его и экологические условия, сложившиеся на водохранилище, позволяют ему увеличивать свою популяцию. Тем самым, оправдывается прогноз И.И. Лапицкого (1970) об увеличении численности горчака в связи возможным интенсивным развитием двустворчатых моллюсков. Этот вид откладывает икру (около 100 шт.) в мантийную полость крупных форм двустворчатых моллюсков, где происходит её развитие и появление личинок, что обеспечивает высокую выживаемость потомства.

Таким образом, двустворчатые мол-

люски, обильно развиваясь в водохранилище, не лимитируют размножение горчака и, кроме того, представляют неиспользованный мощный резерв кормовой базы.

Отсутствие в уловах молоди некоторых ценных видов рыб в вышеуказанном перечне — шемаи, сома, берша и чехони объясняется малочисленностью последних или недоступностью для облова их мест обитания в результате зарастания водоёма.

Преобладание сорных видов рыб, говорит об изменениях, происходящих в водоёме и переменах в условиях обитания водных биоресурсов. Как можно заметить, происходит увеличение тех видов рыб, для которых особенности размножения, благоприятны в новых сложившихся условиях.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Необходимо проводить расчистку ложа реки от донных отложений, после чего при помощи мониторинга отслеживать интенсивность нереста в новых условиях, так как рыба сначала проходит адаптацию к новым условиям (новый рельеф дна, скорость течения).

2. Удаление водной растительности из водоёма.

3. Выпуск в водоём рыб-мелиораторов, как метод борьбы с зарастаемостью.

### Библиографический список

Горелов В.П. Состояние донных кормовых ресурсов Цимлянского водохранилища (по данным 1998—1999 гг.) // Сборник трудов к 50-летию Волгоградского отделения ГосНИОРХ. — СПб., 2002. — С. 39—43.

Крюкова И.В., Супрун В.И. Реки и водоёмы Волгоградской области. — Волгоград: Перемена, 2002. — 216 с.

Лапицкий И.И. Направленное формирование ихтиофауны и управление чис-

ленностью популяций рыб Цимлянского водохранилища / Труды Волгоградского отделения ГосНИОРХ. — Волгоград, 1970. — Т. 4. — 280 с.

*Маркелова Н.В.* Биологическая и промысловая характеристика леща Цимлянского водохранилища / Фонды Волгоградского отделения ГосНИОРХ. — Волгоград, 1960.

*Мирошниченко М.П.* Многолетняя динамика развития моллюсков в Цимлянском водохранилище // Воспроизводство рыбных запасов водоёмов Волгоградской области: сб. тр. ВО ГосНИОРХ. — Волгоград, 1975. — Т. IX. — С. 64—81.

УДК 589.7

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ РЫБ ПО МИКРОБНЫМ СООБЩЕСТВАМ**

В.Г. Баранов, Л.К. Говоркова

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

В настоящее время одна из важнейших задач аграрной политики — обеспечение населения продовольствием. Перспективной отраслью является выращивание аквакультуры и дальнейшее развитие рыбного хозяйства. Аквакультура занимает ведущее место в мировой практике по развитию рыбоводства в России.

Человек очень часто сталкивается с его активным взаимодействием на всевозможные ресурсы, в том числе и водные. С одной стороны, это вопросы санитарного состояния воды, с другой, это является решением вопросов настоящего состояния и дальнейшего развития рыбной отрасли. Технология индустриального выращивания гидробионтов в качестве аквакультуры в установках замкнутого цикла водообеспечения может очень сократить сроки выращивания рыбы, повысить её продуктивность, а также обеспечить значительную экономию потребления воды, энергии, кормов. При строительстве таких установок необходимо использовать такие технические решения, которые позволяют выполнять необходимые нормальные условия для развития и роста рыб. При этом также нужна система очистки воды, необходимая для обеспечения её качества (Григорьев, 2008). Вода играет важную роль в процессах обмена веществ и составляет основу жизни. Она является естественной средой обитания микроорганизмов, существующих в сложных ассоциациях. Любой водоём в нормальном своём состоянии заселён микроорганизмами, которые занимают различные биологические и экологические ниши. Они участвуют в самоочищении водных экосистем, потребляя органические вещества (Говоркова, 2018).

Производство рыбы в замкнутых системах является интенсивным способом рыбоводства. Но выращивание аквакультуры в замкнутых системах не всегда может решить проблему их заболеваний. Бактериальные заболевания, вызываемые различными микроорганизмами, могут наносить большой вред, возникая при различных нарушениях нормальных характеристик среды обитания объектов аквакультуры. В связи с этим становится актуальным исследование состояния воды в водоёмах, бассейнах, оценивая её качество.

В рыбохозяйственных водоёмах: прудах, бассейнах — количество микроорганизмов достигает огромных количеств по разным причинам. Например, при кормлении рыбы большое количество не съеденного корма скапливается на дне водоёма, что приводит к накоплению не разложившегося органического вещества и ухудшению экологической обстановки (Микробиота водной среды ... , 2021). Увеличение плотности посадки также приводит к ухудшению условий выращивания рыб. Могут происходить колебания кислородного режима водоёма, солевого состава воды и другие нарушения гидрохимических характеристик, процессов восстановления и самоочищения водоёмов. Также очень действует на физиологическое состояние гидробионтов температурный фактор как его повышение, так и понижение. Все эти и другие факторы могут способствовать возникновению различных заболеваний (Галеева, Калайда, Лапин, 2011).

Оценка степени загрязнения водоёма по составу гидробионтов позволяет установить его санитарное состояние, а также определить степень и характер

загрязнения и пути его распространения в водоёме. Также возможно определить качество протекания процессов естественного самоочищения. По видовому составу санитарно-индикаторных видов гидробионтов можно судить о качестве воды в водоёме. Микроорганизмы также являются показательными индикаторными организмами при оценке качества воды различных категорий водоёмов (Биоиндикация воды ... , 2018). Им уделяется особое внимание.

Всевозможные стресс-факторы способствуют резкому увеличению общего микробного числа сапрофитных бактерий, условно патогенных микроорганизмов, а также повышению активности этих бактерий и вспышке болезней. С целью профилактики и не допущения роста и развития заболеваний необходимо выполнять требования по нормам посадки и выращивания гидробионтов и в частности рыб, следить за нормой физико-химических показателей воды, проводить оценку качества воды по санитарно-микробиологическим показателям.

Целью данной работы явилось исследование санитарного состояния воды в бассейнах установки с замкнутым циклом водооборота по выращиванию карповых и осетровых видов рыб.

Исследование воды проводили по следующим микробиологическим показателям: общее микробное число (ОМЧ); количество сапрофитов как показатели органического загрязнения; количество колиформных бактерий (БГКП)

как показатель присутствия патогенной микрофлоры. Исследования воды по микробиологическим показателям и определение степени загрязнения воды проводили по стандартным методикам (Санитарно-микробиологический ... , 2005; Аникиев, Луковская, 1983).

Результаты проведённых исследований показали, что в пробах воды в бассейнах с осетровыми рыбами количественные значения общего микробного числа находились в пределах от 9 743 до 23 182 кл./мл; количество сапрофитов — от 7 492 до 21 098 кл./мл; количество колиформных бактерий — от 3 899 до 11 002 кл./мл.

Значения общего микробного числа в пробах воды в бассейнах с карповыми рыбами были выше, чем в бассейнах с осетровыми рыбами и составляло от 11 650 до 27 983 кл./мл; количество сапрофитов — от 9 100 до 24 660 кл./мл; количество колиформных бактерий — от 5 451 до 12 803 кл./мл.

На основании полученных значений, учитывая то, что общее микробное число, сапрофитные бактерии и колиформные бактерии являются санитарно-показательными микробиологическими характеристиками качества воды, то по их количественным значениям качество воды в бассейнах и с осетровыми и карповыми видами рыб можно отнести к мезасапробной зоне, что является нормальным для развития гидробионтов и дальнейшего их развития.

### Библиографический список

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

Биоиндикация воды реки Казанка с помощью макрофитов и микроорганизмов / А.А. Лапин, С.Д. Борисова, Л.К. Говоркова, В.Н. Зеленков; под ред. проф. В.Н. Зеленкова // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: сб. науч. тр. РАЕН. — Белгород: Белгород; Белгородский гос. ун-т, 2018. — Вып. 26. — С. 91—99.

Галеева М.Э., Калайда М.Л., Лапин А.А. Абиотические факторы среды рыбохозяйственного водоёма // Вестник государственной полярной академии. — 2011. — № 1 (12). — 42 с.

*Говоркова Л.К.* Эпизоотическое состояние молоди рыб Голубого залива Куйбышевского водохранилища // Состояние и пути развития аквакультуры Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы III нац. науч.-практ. конф. / под ред. А.А. Васильева. — Саратов: Амирит, 2018. — С. 54—60.

*Григорьев С.С.* Индустриальное рыбоводство: биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. — Ч. 1. — 186 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.

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

УДК 639.3.043.13

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЦИНКА В ОРГАНИЗМЕ РЫБ**

В.А. Герасимова

*Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия**E-mail: vika150601gera@gmail.com*

Цинк является важным элементом как для организма рыб и животных, и является вторым по распространению после железа по участию в различных метаболических процессах (Аринжанов, 2013). Он играет большую роль в обмене веществ цинкосодержащих ферментах. Элемент участвует в обмене витамина А при помощи регуляции активности ретиненредуктазы и алкогольдегидрогеназы. Цинк участвует в поддержании стабильности мембран эритроцитов и обмене незаменимых жирных кислот (Аринжанов, Мирошникова, Килякова, 2018).

Биологическая роль цинка в организме характеризуется участием в процессе синтеза и стабилизации нуклеиновых кислот, энергетического обмена и поддержании антиоксидантного статуса (Способ повышения продуктивности ... , 2021). В клетках он находится в составе биокомплексов, в которых он связан с органическими лигандами. Цинк оказывает стабилизирующее действие на цитоплазматические мембраны и не даёт освобождение гидролитических ферментов, которые отвечают за распад поврежденных тканей. Он меняет протекание всех этапов воспалительного процесса, ускоряет синтез РНК, ДНК и коллагена в тканях заживающей раны. Ещё одной очень важной ролью цинка является ответственность за формирование и функционирование внутриклеточных мембран и внутриклеточных органелл, рибосом (Мирошников, Холодильник, Нестеров, 2008).

Цинк оказывает влияние на формирование костей, размножение, кровотоков и зрение. Наибольшая потребность отмечается в период роста и полового созревания. Угольная ангидраза участвует не только в газообмене

и функционировании газовых желёз у рыб, но и принимает участие в выработке соляной кислоты в желудке. Биологическая роль цинка раскрывается в участии в иммунных реакциях. При его недостатке происходит уменьшение образования антител, снижение количества лейкоцитов (Токсические элементы в тканях ... , 2021).

В водоём элемент поступает из-за вымывания из горных пород, а также большую роль в поступлении играют рудообогатительные предприятия, бумажная промышленность, цветная металлургия, которые сбрасывают воду в окружающую среду. Доступность цинка для рыб в донных отложениях зависит от растворенности веществ, совместно с которыми находится цинк. Самыми доступными для всех живых организмов являются карбонаты, следующие по доступности — комплексы с оксидами марганца, железа, затем органические вещества и далее нерастворимые формы веществ (Воробьёв, 1993).

После попадания цинка в организм рыб происходит их абсорбция. Установлено, что большая часть цинка всасывается в верхнем отделе тонкого кишечника. Большое влияние на всасывание цинка оказывает наличие белка в рационе (Остроумова, 2001).

На всасывание элемента отрицательно воздействуют антагонистические взаимоотношения цинка с другими микроэлементами. Двухвалентные металлы в рационе по-разному влияют на абсорбцию цинка в желудочно-кишечном тракте рыб. При связывании веществ с кальцием происходит уменьшение подвижности, способствует повышению уровня цинка в клетках. Есть исследования, в которых было отмечено, что увеличение уровня поступления  $Ca^{2+}$  к

клеткам может сопровождаться ростом внутриклеточной концентрации  $Zn^{2+}$ , так как катионы цинка поступают через специальные каналы (Аринжанов, 2022).

Медь и цинк способствуют замедлению всасывания друг друга в желудочно-кишечном тракте. Данный антагонизм проявляется на уровне связывания молекулами металлотioneина. Цинк является активным индуктором синтеза данного белка, а катионы меди образуют прочные комплексы с металлотioneином.

Роль поджелудочной железы заключается в поддержании определённой концентрации цинка, при недостатке элемента она высвобождает  $Zn^{2+}$  в кишечный тракт, откуда происходит реабсорбция.

Дефицит цинка в организме рыб приводит к замедлению в росте, уменьшению потребления кормов, а также к смерти. Недостаток этого элемента у радужной форели характеризуется в уменьшении размеров тела и эрозии плавников. Снижение содержания элемента приводит к снижению активности цинкосодержащих ферментов, возможно развитие кислородного голодания. Недостаток и избыток одинаково отрицательно сказываются на организме и в обоих случаях происходит подавление активности пищеварительных ферментов и фагоцитарной активности крови у рыб, а также при недостатке наблюдается снижение алкогольдегидрогеназы в печени и снижение количества витамина А в крови (Аринжанов, Белашова, 2017).

Недостаток цинка в организме рыб выражается в изменении экспрессии гена холецистина в тонком кишечнике и

снижением экспрессии генов мРНК пироваткиназы, а также изменением концентрации нейротрансмиттеров в мозге (Аринжанов, 2013).

Мы выяснили, что цинк имеет огромное количество положительных черт и функций в организме животных и рыб, но данный элемент не так безобиден, так как многие его соединения, такие как хлориды и сульфаты, способны оказывать токсический эффект на организм при высоких концентрациях (Глушченко, Скальный, 2010).

Цинк накапливается в жабрах, слизи, почках, желудочно-кишечном тракте, гонадах, а реже — в печени, мышцах, селезёнке. Чаще при отравлении цинком страдают жабры, так как в них происходит нарушение поглощения ионов кальция, возникает гипокальцемия. Ещё одним важным органом-мишенью являются почки. При отравлении цинком у рыб в жабрах происходит увеличение вырабатываемой слизи. При повреждении жабр происходит отслоение хлоридных клеток от подстилающего эпителия и возникает увеличение субэпителиального пространства. Эпителий жабр меняется и становится отёчным с вакуолизированным эпителиальным покрытием жаберных лепестков (Transcriptomic profile change ... , 2019).

Таким образом, цинк является очень важным микроэлементом для организма рыб при оптимальных концентрациях поступления. В организме элемент выполняет достаточно широкий спектр функций: оказывает влияние на иммунную систему, на нормализацию функционирования всех систем организма; необходим для клеточного деления и дифференцировки; роль в росте и развитии организма и т. д.

### Библиографический список

- Аринжанов А.Е. Влияние ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn и пробиотического штамма *Bacillus subtilis* на элементный статус стерляди // Животноводство и кормопроизводство. — 2022. — Т. 105, № 4. — С. 21—34.
- Аринжанов А.Е. Продуктивность и обмен веществ у карпа при использова-

нии рационов содержащих различные формы железа и кобальта: дис. ... канд. с/х наук. — Оренбург, 2013.

Аринжанов А.Е., Белашова Ю.И. Значение микроэлементов в кормлении рыб // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. — Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2017. — С. 1476—1481.

Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Изучение влияние ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn на продуктивность ленского осётра // Нанотехнологии в сельском хозяйстве: перспективы и риски: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Оренбург: ФНИЦ БСТ РАН, 2018. — С. 29—33.

Воробьёв В.И. Биогеохимия и рыбоводство. — Саратов: Литера, 1993.

Глуценко Н.Н., Скальный А.В. Токсичность наночастиц цинка и его биологические свойства // Актуальные проблемы транспортной медицины. — 2010. — № 3 (21). — С. 118—121.

Мирошников С.А., Холодилина Т.Н., Нестеров Д.В. Применение цинка в различных формах в качестве катализатора экзогенных ферментов // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2008. — № 12. — С. 52—55.

Остроумова Н.И. Биологические основы кормления рыб. — СПб.: ИП Комплекс, 2001.

Способ повышения продуктивности осетровых рыб: патент на изобретение RU 2762421 С1, 21.12.2021. Заявка №2021112127 от 28.04.2021 / Е.П. Мирошникова [и др.]. М., 2021.

Токсические элементы в тканях молоди стерляди (*Acipenser ruthenus*) при включении в рацион наночастиц сплава Cu-Zn и культуры *Bacillus subtilis* // Е.П. Мирошникова [и др.] // Микроэлементы в медицине. — 2021. — Т. 22, № S1. — С. 49—50.

Transcriptomic profile change, immunological response and disease resistance of *Oreochromis niloticus* fed with conventional and Nano-Zinc oxide dietary supplements / A. Awad [et al.] // Fish Shellfish Immunol. — 2019. — Vol. 93. — P. 336—343.



УДК 597.552.3(571.64)

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЗИАТСКОЙ КОРЮШКИ  
(*OSMERUS MORDAX DENTEX*) ИЗ РЕКИ СУСУЯ**

Н.Н. Гивлюд, С.Н. Комарова

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: n.givlyud49@gmail.com*

Азиатская корюшка (*Osmerus mordax dentex* STEINDACHNER & KNER, 1870) относится к семейству Osmeridae, род *Osmerus* LINNAEUS, 1758 (Берг, 1949). Данный многочисленный вид и является излюбленным объектом как промыслового, так и любительского рыболовства на Сахалине. На всём побережье данный вид обитает повсеместно, за исключением участка от м. Терпения до зал. Луньский. Заходит для нереста в реки в конце апреля — начале мая (р. Сусуя). Сахалинская область — район активного промышленного лова азиатской корюшки, а возрастающий объём промысла, обусловленный повышением потребительского спроса к данному виду биоресурса, предполагает более пристальное внимание рыбохозяйственной науки к этому водному объекту в регионе.

**Материал и методы**

Для проведения биологического анализа и дальнейшего изучения особенностей биологии вида были отловлены особи азиатской корюшки в количестве 45 экз. Облов происходил на участке р. Сусуя (Сахалинская область) в апреле 2022 г. Изучали линейно-массовые показатели, половую и возрастную структуру выборки (Чугунова, 1952), зрелость половых продуктов, а также физиологическое состояние и степень ожирения рыб по шкале М.Л. Прозоровской (Пряхин,

Шкицкий, 2008). Материал обрабатывали с помощью стандартных статистических методов (Лакин, 1990).

**Результаты и обсуждение**

В результате проведённых исследований половой структуры было выяснено, что в состав изучаемой популяции корюшки протока р. Сусуя, входят три возрастные группы: трёхгодовики — 28,9 %, четырёхгодовики — 48,9 %, пятигодовики — 22,2 %. Сходное соотношение возрастных групп отмечалось при исследовании популяции в Петропавловско-Командорской подзоне (Бугаев, Амельченко, Липнягов, 2014).

Трёхгодовики представлены 9 самками и 4 самцами, четырёхгодовики — 9 самками и 13 самцами, пятигодовики — 4 самками и 6 самцами. На основании анализируемых данных видно, что основную часть исследуемой группы составляют четырёхгодовики.

Общее количество самок составило 22 экз., самцов — 23 экз. Соотношение полов — 1 (48,8 %) : 1,05 (51,2 %) самок и самцов соответственно (табл. 1). Похожая картина наблюдалась в весенне-летний период нерестового хода азиатской корюшки в р. Уда (северо-западная часть Охотского моря), где соотношение полов самок и самцов составляло 50,7 и 49,3 % соответственно (Овсянников, Немченко, Канзепарова, 2019).

Таблица 1

Половая структура корюшки азиатской по возрастным группам

Возрастная группа	Численность, %	Количество самок, экз.	Количество самцов, экз.	Численность в группе, %		Соотношение полов: ♀ : ♂
				♀	♂	
Трёхгодовики	28,9	9	4	69,2	30,7	1,00 : 1,05
Четырёхгодовики	48,9	9	13	40,9	59,0	
Пятигодовики	22,2	4	6	40,0	60,0	

Таблица 2

Линейно-массовая характеристика азиатской корюшки

Возрастная группа	Длина, см	Масса, г	Масса (без внутренностей), г
	Min—max Ср ± m <sub>x</sub>	Min—max Ср ± m <sub>x</sub>	Min—max Ср ± m <sub>x</sub>
Трёхгодовики	14,6—16,9 15,9 ± 0,20	19,6—33,7 25,5 ± 1,14	16,1—28,1 20,3 ± 0,93
Четырёхгодовики	14,9—21,1 18,0 ± 0,28	26,0—57,0 40,9 ± 1,87	29,2—55,4 32,9 ± 1,60
Пятигодовики	20,1—24,0 21,0 ± 0,38	48,0—79,5 63,1 ± 3,29	54,1—70,3 50,9 ± 2,97

Линейная структура была представлена особями от 14,6 до 24,0 см, массовая — от 19,6 до 79,5 г. Длина трёхгодовиков варьировала от 14,6 до 16,9 см, в среднем — 15,9 см. Длина четырёхгодовиков от 14,4 до 21,1 см, в среднем — 18,0 см. Длина пятигодовиков от 20,1 до 24,0 см, в среднем — 21,0 см. Масса трёхгодовиков была в пределах 19,6—33,7 г, в среднем — 25,5 г, четырёхгодовиков — 26,0—57,0 г, в среднем — 40,9 г, пятигодовиков — 48,0—79,5 г, в среднем — 63,1 г (табл 2).

Наибольшее количество особей

(14 экз.) имело длину от 16,5 до 18,3 см, всего 1 особь имела длину в диапазоне от 22,2 до 24,1 см (рис. 1).

Максимальное количество особей (13 экз.) имело массу от 19,6 до 28,5 г, минимальное количество особей (по 2 экз. из соответствующих групп) имело массу от 64,6 до 73,5 г и от 73,6 до 82,5 г (рис. 2).

На основании полученных данных были произведены расчёт темпов линейного и массового роста исследуемых особей. Линейный прирост четырёхгодовиков составил 2,1 см или 13,2 % от длины

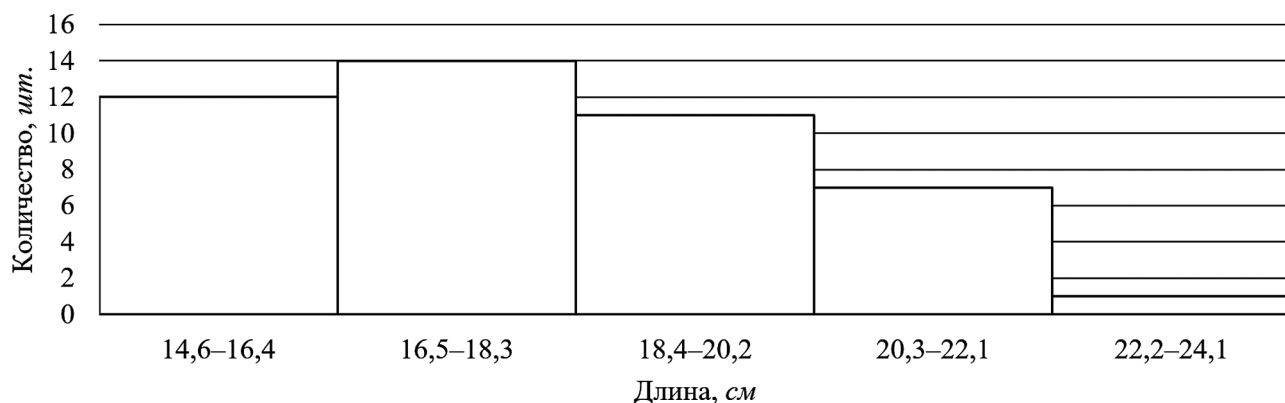


Рис. 1. Вариационный ряд длины азиатской корюшки

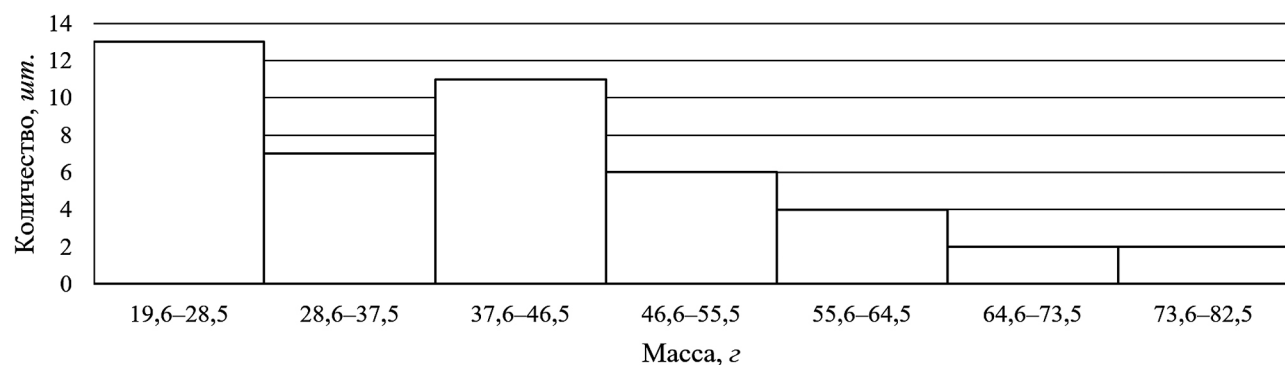


Рис. 2. Вариационный ряд массы азиатской корюшки

Таблица 3

Темпы линейного роста азиатской корюшки

Возрастная группа	Длина, см		N, шт.	Прирост	
	Ср ± m <sub>x</sub>	Min—max		см	%
Трёхгодовики	15,9 ± 0,20	14,6—16,9	13	—	—
Четырёхгодовики	18,0 ± 0,28	14,9—21,1	22	2,1	13,2
Пятигодовики	21,0 ± 0,38	20,1—24,0	10	3,0	16,7

Таблица 4

Темпы массового роста азиатской корюшки

Возрастная группа	Масса, г		N, шт.	Прирост	
	Ср ± m <sub>x</sub>	Min—max		г	%
Трёхгодовики	25,5 ± 1,14	19,6—33,7	13	—	—
Четырёхгодовики	40,9 ± 1,87	26,0—57,0	22	15,4	60,4
Пятигодовики	63,1 ± 3,29	48,0—79,5	10	22,2	54,3

тела, пятигодовиков — 3,0 см или 16,7 % (табл. 3).

В табл. 4 представлены показатели массового роста: массовый прирост четырёхгодовиков составил — 15,4 г или 60,4 %, пятигодовиков — 22,2 г или 54,3 %.

Для оценки физиологического состояния исследуемых рыб был определен коэффициент упитанности по возрастным группам. Упитанность особей исследуемой популяции корюшки азиатской оценивалась по Фультону и по Кларк (табл. 5). У трёхгодовиков упитанность по Фультону составила

0,95 %, по Кларк — 0,76 %, у четырёхгодовиков — 1,02 и 0,82 %, у пятигодовиков — 1,03 и 0,84 % по Фультону и Кларк соответственно. Как видно, наиболее высокие коэффициенты упитанности как по Фультону, так и по Кларк, имели пятигодовики.

Для оценки стадии зрелости половых продуктов использовалась шкала Никольского. Исследуемые особи находились на IV и V стадиях зрелости.

Гонадосоматический индекс (ГСИ) является одним из самых доступных показателей динамики созревания по-

Таблица 5

Коэффициент упитанности азиатской корюшки по возрастным группам

Возрастная группа	Коэффициент упитанности, %		Количество особей, экз.
	Ср ± m <sub>x</sub>		
	по Фультону	по Кларк	
Трёхгодовики	0,95 ± 0,020	0,76 ± 0,019	13
Четырёхгодовики	1,02 ± 0,022	0,82 ± 0,019	22
Пятигодовики	1,03 ± 0,033	0,84 ± 0,044	10

Таблица 6

Гонадосоматический индекс азиатской корюшки

Возрастная группа	Пол	Масса гонад, г Ср ± m <sub>x</sub>	Масса рыбы (без внутренностей), г Ср ± m <sub>x</sub>	Число рыб, шт.	ГСИ, % Ср
Трёхгодовики	♀	4,96 ± 0,358	19,8 ± 0,942	9	25,1
	♂	1,02 ± 0,202	21,6 ± 2,288	4	4,7
Четырёхгодовики	♀	9,63 ± 0,667	30,0 ± 2,120	9	32,1
	♂	2,22 ± 0,220	34,9 ± 2,149	13	6,4
Пятигодовики	♀	16,00 ± 1,851	45,8 ± 3,345	4	34,9
	♂	3,75 ± 0,398	54,4 ± 4,015	6	6,9

Таблица 7

## Степень ожирения внутренностей азиатской корюшки

В баллах

Возрастная группа	Ожирение						Средняя степень ожирения	N, шт.
	0	1	2	3	4	5		
Количество рыб								
Трёхгодовики	—	6	3	4	—	—	1,8	13
Четырёхгодовики	—	4	10	6	2	—	2,3	22
Пятигодовики	—	2	1	5	2	—	2,7	10

ловых продуктов. Этот параметр достаточно хорошо регистрирует сезонные состояния гонад. ГСИ составил у самок и самцов трёхгодовиков — 25,1 и 4,7 % соответственно, у самок и самцов четырёхгодовиков — 32,1 и 6,4 %, среди пятигодовиков — 34,9 и 6,9 % у самок и самцов соответственно (см. табл. 6).

Анализ ожирения внутренностей показал, что средняя степень ожирения трёхгодовиков составила 1,8 балла, четырёхгодовиков — 2,3 балла, а пятигодовиков — 2,7 балла. Имеется тенденция к увеличению степени ожирения возрастом рыб (табл. 7).

### Заключение

В результате исследования биологической характеристики азиатской корюшки во время её весеннего нерестового хода в р. Сусуя Сахалинского округа можно сделать следующие выводы.

1. В состав изученной части популяции входят особи трёх возрастных групп: трёхгодовики — 13 экз. или 28,9 %, четырёхгодовики — 22 экз. или 48,9 %, пятигодовики — 10 экз. или 22,2 %.

2. Соотношение самок и самцов было в данном улове почти равным и составило 1,00 : 1,05.

3. Линейная структура была представлена особями от 14,6 до 24,0 см. Показатели линейного роста составили у четырёхгодовиков 2,1 см или 13,2 %, у пятигодовиков — 3,0 см или 16,7 % от длины тела.

4. Массовая структура была представлена особями от 19,6 до 79,5 г. Массовый прирост четырёхгодовиков составил 15,4 г или 60,4 %, пятигодовиков — 22,2 г или 54,3 %.

5. Упитанность трёхгодовиков по Фультону составила 0,95 %, по Кларк — 0,76 %, четырёхгодовиков — 1,02 и 0,82 %, пятигодовиков — 1,03 и 0,84 % по Фультону и Кларк соответственно.

6. Анализ ожирения внутренностей рыб показал, что средняя степень ожирения трёхгодовиков составила 1,8 балла, четырёхгодовиков — 2,3 балла, пятигодовиков — 2,7 балла. Выявлена тенденция к повышению степени ожирения с увеличением возраста рыб.

7. Показатель ГСИ у самок и самцов трёхгодовиков составил — 25,1 и 4,7 %, у самок и самцов четырёхгодовиков — 32,1 и 6,4 %, у самок и самцов пятигодовиков 34,9 и 6,9 % соответственно.

Сравнение полученных нами результатов исследования части популяции корюшки азиатской, выловленной в период её нерестового хода в Сахалинской области, с данными исследований популяций данного вида в районах п-ва Камчатка и северо-западной части Охотского моря показало сходство некоторых биологических характеристик этих популяций, что позволяет сделать вывод о том, что состояние изученной нами популяции находится в пределах, свойственных данному виду рыб.

### Библиографический список

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. — Ч. 1. — 468 с.

*Бугаев А.В., Амельченко Ю.Н., Липнягов С.В.* Азиатская зубастая корюшка *Osmerus mordax dentex* в шельфовой зоне и внутренних водах Камчатки: состояние запасов, промысел и биологическая структура // Известия ТИНРО. — 2014. — Т. 178. — С. 3—24.

*Лакин Г.Ф.* Биометрия: учеб. пособие — М.: Просвещение, 1990. — 351 с.

*Овсянников В.П., Немченко А.Ю., Канзепарова А.Н.* Азиатская корюшка *Osmerus dentex* Steindachner & Kner, 1870 из реки Уда (северо-западная часть Охотского моря) — биология, экология, рыболовство // Известия ТИНРО. — 2019. — Т. 199. — С. 83—97.

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

*Чугунова Н.И.* Методика изучения возраста и роста рыб: учеб. пособие. — М.: Советская наука, 1952. — 116 с.

УДК 57.013

**ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ВОДНОЙ СРЕДЕ**

Н.А. Исковских

*Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия**E-mail: nurgul.dosumova.02@mail.ru*

В настоящее время наночастицы (НЧ) металлов находят применение во многих областях, включая животноводство, кормопроизводство, очистку сточных вод, молекулярную биологию, косметологию, пищевую промышленность и т. д. (Аринжанов, 2013; Изучение действия наночастиц ... , 2015; Обзор метааналитических эмпирических данных ... , 2023). Такое широко распространённое, расширяющееся производство и использование наноматериалов увеличивает потенциал их выброса в окружающую среду, в том числе и водоёмы, вызывая экотоксикологические проблемы. Воздействие НЧ и их агрегатов на водные животные вызывает серьёзную озабоченность из-за потенциальных вредных последствий, которые могут возникнуть (Аринжанов, Мирошникова, Килякова, 2015).

Поскольку область применения наноматериалов быстро расширяется, ожидается, что их глобальная рыночная стоимость в ближайшем будущем достигнет 30 млрд дол. США, а общий объём производства превысит 350 000 т в год. В настоящее время на мировом рынке насчитывается более 1 800 коммерческих наносодержащих продуктов, и их использование является источником загрязнения окружающей среды (Обзор метааналитических эмпирических данных ... , 2023).

Широкое использование наноматериалов обусловлено их уникальными свойствами, такими как небольшой размер, большое отношение площади поверхности к размеру, высокая реакционная способность, хорошая несущая способность и лёгкое изменение свойств поверхности.

Перспективы быстрого роста нанокластеров вызвали не только большие

надежды, но и общественные опасения относительно адекватности их использования и диктуют необходимость системного развития работ по изучению потенциальных угроз.

Появляется всё больше доказательств того, что уникальные физико-химические свойства НЧ делают наноматериалы более эффективными в промышленном применении, но при этом делают эти материалы также более вредными для живых организмов, в том числе обитающих в водоёмах (Биоэкологическая оценка модельного ... , 2017).

Научная информация о потенциальном вредном воздействии наноматериалов сильно отстаёт от развития нанотехнологий. Кроме того, имеющиеся данные о токсичности НЧ противоречивы, поскольку экспериментальные подходы варьируются от статьи к статье, что делает невозможным сравнение результатов. Чтобы преодолеть эти проблемы, сообщество учёных начало дискуссию о внедрении общих руководящих принципов для исследований в области нанотоксикологии и установлении общих параметров, которые должны быть рассмотрены во всех работах по нанотоксикологии. В настоящее время значительную часть исследований проводят на распространённых модельных организмах: дафния *Daphnia sp.*, водные растения и т. д., а также на разных видах небольших рыб, фито- и зоопланктоне (О токсичности и прооксидантном эффекте ... , 2016; Гематологические параметры молоди ... , 2018; Гмошинский, Хотимченко, 2021).

Понимание поведения НЧ в различных условиях среды имеет большое значение для смягчения их негативного воздействия на окружающую среду. Когда НЧ высвобождаются, они могут нака-

пливаться. Металлические НЧ обладают высокой устойчивостью к различным условиям, а их медленное растворение позволяет им сохраняться в водной среде в течение более длительных периодов времени.

Существует несколько потенциальных путей проникновения НЧ в водные организмы. НЧ могут попадать в фитопланктон или зоопланктон при контакте или поглатывании, накапливаться в донных отложениях, проглатываться бентосными организмами и далее передаваться по пищевым цепям более крупным позвоночным (К вопросу об использовании наночастиц ... , 2013). Кроме того, НЧ могут попадать в организм с пищей через эпителиальные барьеры, такие как жабры и органы.

Водная система состоит из множества организмов, и как только НЧ попадают в организм, это может привести к дополнительным токсическим эффектам, дерегулировать клеточный метаболизм и генерировать активные формы кислорода, что может вызвать серьёзное повреждение биомолекул, таких как

липиды и белки, и истощать ферментативную защиту, такую как супероксиддисмутаза и каталаза. Наночастицы могут вызывать изменения в окислительно-восстановительном метаболизме, модифицируя маркеры, связанные с окислением биомолекул (Воздействие наночастиц металлов ... , 2021).

Микроорганизмы играют решающую роль в биогеохимических процессах, включая фиксацию азота, метаболизм серы, круговорот фосфора, круговорот углерода. НЧ оксидов металлов, могут вызвать изменения в составе и активности микробного сообщества. НЧ могут разрушать бактериальную мембрану и генерировать АФК, что вызывает окислительное повреждение их ДНК. Уже установлено, что различные виды наноматериалов или даже похожие типы наноматериалов разного размера способны оказывать вредное воздействие на определённые организмы (О токсичности и прооксидантном эффекте ... , 2016).

Краткое рассмотрение данной темы показывает риски использования наноматериалов на водный биоценоз.

### Библиографический список

Аринжанов А.Е. Продуктивность и обмен веществ у карпа при использовании рационов содержащих различные формы железа и кобальта: дис. ... канд. с/х наук. — Оренбург, 2013.

Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Кильякова Ю.В. Использование биодобавок и наночастиц железа в кормлении карпа // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2015. — № 6 (181). — С. 44—48.

Биоэкологическая оценка модельного водоёма при экспериментальном загрязнении металлами в наноформе / Е.А. Кожевникова [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2017. — № 5 (205). — С. 63—69.

Воздействие наночастиц металлов на водный биоценоз (обзор литературы) / Л.М. Соседова [и др.] // Гигиена и санитария. — 2021. — Т. 100, № 1. — С. 30—35.

Гематологические параметры молоди стерляди на фоне совместного использования культуры *Bacillus subtilis* и наночастиц сплава Cu-Zn / Е.П. Мирошникова [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. — 2018. — Т. 101, № 3. — С. 100—109.

Гмошинский И.В., Хотимченко С.А. Оценка риска никельсодержащих наноматериалов: идентификация опасного фактора // Анализ риска здоровью. — 2021. — № 2. — С. 177—191.

Изучение действия наночастиц металлов на аквабиоценозы / А.Е. Аринжанов [и др.] // Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины: материалы

VI Междунар. науч.-практ. конф. — Ростов н/Д: Южный федеральный ун-т, 2015. — С. 195—196.

К вопросу об использовании наночастиц металлов в животноводстве / А.Е. Аринжанов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. — 2013. — № 1 (79). — С. 132—135.

О токсичности и прооксидантном эффекте наночастиц  $\text{CeO}_2$  и  $\text{SiO}_2$  (на модели *Danio rerio*) / Е.П. Мирошникова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. — 2016. — Т. 51, № 6. — С. 921—928.

Обзор метааналитических эмпирических данных использования наночастиц эссенциальных элементов в аквакультуре / Е.П. Мирошникова [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. — 2023. — Т. 106, № 1. — С. 21—34.

Обзор эмпирических литературных данных по получению и оценке биологической активности зелёных наночастиц / Е.П. Мирошникова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2023. — № 1 (99). — С. 248—255.



УДК 597.551.21:502.51(470.620)

**НАКОПЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ СЕРЕБРЯНЫМ  
КАРАСЁМ РЕКИ МЕКЛЕТА**

М.А. Козуб, Т.С. Калашникова

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

По данным ежегодных государственных докладов о состоянии окружающей среды химическое загрязнение водных экосистем остаётся актуальной проблемой. К числу приоритетных загрязняющих веществ по критериям экологической опасности (токсичности, генотоксичности, канцерогенности и распространённости, частоте встречаемости) относятся тяжёлые металлы и мышьяк. Эти элементы оказывают одно из наиболее отрицательных влияний, как на качество поверхностных вод, так и на водные экосистемы в целом. Эти поллютанты относятся к консервативным загрязняющим веществам, которые не разлагаются в природных водах, а только изменяют формы своего существования, перераспределяясь между биотическими и абиотическими звеньями (Ваганов, 2012).

Известно, что тяжёлые металлы обладают способностью аккумуляции в биологических тканях, что неизбежно приводит к повышению концентрации данных токсикантов в каждом последующем звене пищевой цепи. Рыбы занимают высший трофический уровень, следовательно, мониторинг содержания тяжёлых металлов и мышьяка в тканях рыб актуален и имеет практическое значение (Тяжёлые металлы ... , 2019). Поэтому в нашей работе проведено исследование по накоплению приоритетных загрязнителей в организме рыб р. Меклета.

Меклета считается типичной степной рекой, протяжённость которой приблизительно 40 км. У истока р. Меклета находится хут. Меклета Белоглинского района (численность 874 чел. на 1 мая 2023 г.). По берегам находится 6 коллективных фермерских хозяйств, совмест-

ная площадь угодий которых составляет в общем 250—300 га. Также здесь располагается ОАО «Красная Звезда», площадь земельных угодий примерно 3 тыс. га.

**Материал и методы**

Пробы воды и гидробионтов отбирали одномоментно и в один и тот же вегетационный период (летом 2022 г.) в р. Меклета. Отбор проб воды проводили согласно ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Отбор образцов рыбы для исследования проводили согласно ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приёмки и методы отбора проб». Пробоподготовку биологического материала проводили согласно ГОСТ 26929-94.

Содержание приоритетных загрязнителей определяли для серебряного карася (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), который является наиболее массовым и распространённым видом в данной реке. Содержание ртути, свинца и мышьяка определяли для трёх возрастных групп карася. Определение возраста рыб производили по чешуе (Правдин, 1966). Исследования проводили согласно нормативным документам (табл. 1).

**Результаты и обсуждение**

Среди тяжёлых металлов ртуть относится к элементам высокой токсичности, которая способна накапливаться в живых организмах, при этом уровень аккумуляции элемента повышается по пищевой цепи. Во всех возрастных группах карася было выявлено следовое содержание ртути, ниже уровня определения (табл. 2).

Таблица 1

Нормативные документы, регламентирующие лабораторные испытания воды  
и рыбы

Определяемая характеристика (показатель), единицы измерения	Нормативные документы, устанавливающие правила и методы исследования
Массовая концентрация мышьяка в рыбе, мг/кг	ГОСТ 31628-2012 Продукты пищевые и продовольственное сырьё. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка
Массовая доля ртути в рыбе, мг/кг	ГОСТ 26927-86 Сырьё и продукты пищевые. Методы определения ртути
Массовая концентрация свинца в рыбе, мг/кг	ГОСТ 33824-2016 Продукты пищевые и продовольственное сырьё. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка)
Концентрация свинца в воде, мг/дм <sup>3</sup>	ФР.1.31.2011.10126 Массовая концентрация меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта в питьевых, минеральных, природных, морских и очищенных сточных водах. Измерение методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «ЭКОТЕСТ-ВА»

Таблица 2

Массовая доля ртути в серебряном карасе из р. Меклета, мг/кг

Возраст рыбы	Допустимые уровни по нормативному документу	Результаты испытаний
Двухлетки	Не более 0,3	Менее 0,005
Трёхлетки		Менее 0,005
Четырёхлетки		Менее 0,005

Таким образом, следовые концентрации ртути в рыбе могут указывать на незначительные концентрации ртути в воде р. Меклета.

Свинец, наряду с ртутью, кадмием, медью и цинком, входит в группу самых распространённых и опасных в экотоксикологическом отношении элементов. В нескольких возрастных группах карася из р. Меклета была определена концентрация свинца (табл. 3).

Свинец присутствовал во всех пробах рыбы, его содержание также не превышало допустимых регламентом норм. Содержание свинца незначительно, но различалось в зависимости от возраста рыбы.

Для тяжёлого металла свинца был определён коэффициент накопления в организме серебряного карася. Для расчёта этого коэффициента учитывается содержание свинца в воде и в рыбе (Приказ Росрыболовства № 695 от 04.08.2009; Врочинский, Перевозников, 1990). Концентрация свинца в воде не превышала нормативные показатели (ПДК свинца в воде водоёмов, используемых для рыбохозяйственных целей, составляет 0,1 мг/дм<sup>3</sup>). Коэффициент накопления в зависимости от возрастной группы рыбы варьировал от 52 до 69, что соответствует умеренной степени накопления свинца.

Таблица 3

Массовая концентрация свинца в серебряном карасе из р. Меклета

Возраст рыбы	Свинец в рыбе, мкг	Свинец в воде, мг/дм <sup>3</sup>	Коэффициент накопления	Степень накопления
Двухлетки	0,033 ± 0,003	0,00063 ± 0,00025	69,84	Умеренная
Трёхлетки	0,040 ± 0,003		63,49	Умеренная
Четырёхлетки	0,044 ± 0,004		52,38	Умеренная

Существует несколько антропогенных источников свинца, наиболее вероятными причинами поступления этого тяжёлого металла в воды р. Меклета являются сжигание и переработка бытовых отходов.

Только в двух пробах была отмечена концентрация мышьяка выше следовой концентрации (табл. 4).

Таблица 4

Массовая концентрация мышьяка в серебряном карасе из р. Меклета  
В миллиграммах на килограмм

Возраст рыбы	Допустимые уровни по нормативному документу	Результаты испытаний
Двухлетки	Не более 1,0	Менее 0,001
Трёхлетки		$0,031 \pm 0,009$
Четырёхлетки		$0,038 \pm 0,009$

Содержание мышьяка в рыбе варьировало от 0,0031 до 0,038 мг/кг, что не превышает допустимых техническим регламентом норм. С возрастом рыбы концентрация мышьяка в её организме увеличивается. Вероятной причиной поступления мышьяка в р. Меклета являются мышьяковистые ядохимикаты, которые используются в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями растений и затем поступают в водоёмы с поверхностным стоком.

Анализ содержания свинца и мышьяка в нескольких возрастных группах карася серебряного позволил определить относительный коэффициент

накопления (ОКН) этих элементов в рыбе, который позволяет судить о степени аккумуляции токсиканта за один год (табл. 5).

Таблица 5

Относительный коэффициент накопления свинца и мышьяка в серебряном карасе

Возраст рыбы	Относительный коэффициент накопления	
	Свинец	Мышьяк
Трёхлетки	1,2	—
Четырёхлетки	1,1	0,81

Накопление свинца к трёхлетнему возрасту несколько выше, чем к четырёхлетнему возрасту. Коэффициент накопления для мышьяка ниже, чем для свинца. Эти данные подтверждают, что аккумуляция ксенобиотиков организмом рыб происходит неравномерно, зависит от разнообразных факторов.

Таким образом, концентрации высокотоксичных свинца, ртути и мышьяка не превышали допустимый уровень. Ранжирование степени накопления контролируемых токсикантов серебряным карасём имеет следующий вид: ртуть < мышьяк < свинец.

Наибольшая степень аккумуляции для карася серебряного в р. Меклета отмечена для свинца. Так как этот тяжёлый металл был отмечен во всех исследуемых возрастных группах рыб, его концентрация в теле рыб была выше, чем для ртути и мышьяка.

### Библиографический список

Ваганов А.С. Накопление тяжёлых металлов тканями и органами промысловых видов рыб различных экологических групп Куйбышевского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Н. Новгород, 2012. — 23 с.

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

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 промышленность, 1966. — 376 с.

Тяжёлые металлы в органах и тканях промысловых рыб пресноводных объектов Северо-Кавказского региона / И.В. Кораблина, Т.О. Барабашин, Ж.В. Геворкян, А.И. Евсева // Труды ВНИРО. — 2019. — Т. 177. — С. 151—166.

УДК 597.42/.55:262.5

## НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОМОРСКОЙ СТАВРИДЫ [*TRACHURUS MEDITERRANEUS PONTICUS* (ALEEV, 1956)] СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ (РАЙОН Г.-К. АНАПА)

С.Н. Комарова, А.М. Анцупова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: komsvet@icloud.com

Объектом исследования являлась черноморская ставрида (*Trachurus mediterraneus ponticus* ALEEV, 1956). Черноморская ставрида — хищная пелагическая рыба с удлинённым, узким, сплюснутым с боков туловищем и низким хвостовым стеблем. Профиль головы почти прямой. Большие глаза, с прозрачными жировыми веками. Острое рыло; большое ротовое отверстие косо направлено вверх и заходит за передний край глаза (Емтыль, Иваненко, 2002). Боковая линия спереди расположена выше середины тела, почти прямая, изогнутая и с крутым изгибом под началом мягкого спинного плавника до 7—9 луча, далее прямая и расположена посередине тела (Световидов, 1964). Основной лов ведётся ставриды конусными сетями и ставными неводами (Алеев, 1952, 1954).

### Материал и методы

Ихтиологический материал (50 экз.) был отобран в октябре—ноябре 2021 г. в северо-восточной части Чёрного моря в районе г.-к. Анапа. Вылов рыбы осуществляли закидным неводом. Для определения возраста и темпов роста черноморской ставриды были использованы отоциты. Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Пряхин,

Шкицкий, 2008). Полученные данные были обработаны стандартными статистическими методами (Лакин, 1990).

### Результаты и обсуждение

В результате проведённых исследований в структуре проанализированной выборки популяции черноморской ставриды были выделены три возрастные группы: двухлетки (26 %), трёхлетки (48 %) и четырёхлетки (26 %) (табл. 1).

Среди двухлеток количество самок — 46,2 %, самцов — 53,8 %; среди трёхлеток самок — 54,2 %, самцов — 45,8 %; среди четырёхлеток самок — 53,8 %, самцов — 46,2 %. Таким образом, количество самок увеличивается от двухлеток к трёхлеткам, а от трёхлеток к четырёхлеткам незначительно уменьшается. Численность самцов, наоборот, от двухлеток к трёхлеткам уменьшается, а от трёхлеток к четырёхлеткам — увеличивается.

Длина двухлеток варьировала от 12,1 до 15,2 см, в среднем составила 13,7 см; длина трёхлеток от 13,4 до 15,2 см, в среднем — 14,3 см; длина четырёхлеток от 15,0 до 17,5 см, в среднем — 15,6 см. Средняя масса двухлеток составила 26,1 г, трёхлеток — 28,1 г, четырёхлеток — 35,9 г (табл. 2).

Как можно видеть (табл. 3), линейный прирост двухлеток составил 0,6 см

Таблица 1

Половая структура черноморской ставриды по возрастным группам

Возрастная группа	Численность в популяции, %	Количество самок, шт.	Количество самцов, шт.	Численность в группе, %		Соотношение полов ♀ : ♂
				♀	♂	
Двухлетки	26,0	6	7	46,2	53,8	1,1 : 1,0
Трёхлетки	48,0	13	11	54,2	45,8	
Четырёхлетки	26,0	7	6	53,8	46,2	

Таблица 2

Линейно-массовая характеристика черноморской ставриды

Возрастная группа	<i>L, см</i>	<i>l, см</i>	<i>M, г</i>	<i>m, г</i>
	<i>Min—max</i> Ср ± <i>m<sub>x</sub></i>	<i>Min—max</i> Ср ± <i>m<sub>x</sub></i>	<i>Min—max</i> Ср ± <i>m<sub>x</sub></i>	<i>Min—max</i> Ср ± <i>m<sub>x</sub></i>
Двухлетки	12,1 ± 15,20 13,7 ± 0,30	10,2 ± 13,20 11,8 ± 0,30	15,4 ± 31,00 26,1 ± 1,20	14,4 ± 29,00 24,1 ± 1,10
Трёхлетки	13,4 ± 15,20 14,3 ± 0,10	11,3 ± 13,40 12,4 ± 0,10	23,0 ± 40,20 28,1 ± 0,80	20,0 ± 37,24 26,5 ± 0,80
Четырёхлетки	15,0 ± 17,50 15,6 ± 0,20	12,0 ± 14,90 13,4 ± 0,20	30,5 ± 46,50 35,9 ± 1,10	28,0 ± 43,20 32,6 ± 1,10

Таблица 3

Прирост длины черноморской ставриды

Возрастная группа	<i>L, см</i> Ср ± <i>m<sub>x</sub></i>	<i>Min—max</i>	<i>N, шт.</i>	Прирост	
				см	%
Двухлетки	13,7 ± 0,30	12,1±15,20	13	—	—
Трёхлетки	14,3 ± 0,10	13,4±15,20	24	0,6	4,4
Четырёхлетки	15,6 ± 0,20	15,0±17,20	13	1,3	9,1

Таблица 4

Прирост массы черноморской ставриды

Возрастная группа	<i>M, г</i> Ср ± <i>m<sub>x</sub></i>	<i>Min—max</i>	<i>N, шт.</i>	Прирост	
				г	%
Двухлетки	26,1 ± 1,20	14,4—22,90	13	—	—
Трёхлетки	28,1 ± 0,80	20,0—37,20	24	2,0	7,7
Четырёхлетки	35,9 ± 1,10	28,0—43,20	13	7,8	27,8

или 4,4 % от длины тела, четырёхлеток — 1,3 см или 9,1 %. Следовательно, рост длины ставриды носит линейный характер: равномерно увеличивается от двухлеток к трёхлеткам и от трёхлеток к четырёхлеткам.

Изучение массового роста ставриды показало, что с возрастом рыб прирост массы увеличивается от 7,7 % у трёхлеток до 27,8 % — у четырёхлеток (табл. 4).

Показатели коэффициентов упитанности во всех возрастных группах рыб находились примерно на одном уровне. Наибольшие коэффициенты упитанности по Фультону и по Кларк имели особи двухлетнего возраста: 1,62 и 1,49 % соответственно (табл. 5).

С целью оценки физиологического состояния популяции черноморской ставриды были изучены показатели степени ожирения внутренностей рыб. Ана-

лиз показал, что средний показатель по данному критерию у двухлеток составил 2,3 балла, у трёхлеток — 2,5 балла, у четырёхлеток — 2,6 балла. Как можно видеть, с увеличением возраста степень ожирения ставриды возрастает.

Таблица 5

Значение коэффициентов упитанности черноморской ставриды

Возрастная группа	Коэффициент упитанности, %		Количество, шт.
	по Фультону	по Кларк	
Двухлетки	1,62	1,49	13
Трёхлетки	1,50	1,38	24
Четырёхлетки	1,51	1,37	13

Исследование особенностей питания ставриды выявило, что степень наполнения пищеварительных трак-

тов рыб была различной. Наибольшую степень наполнения кишечника среди самцов имели трёхлетки — 1 балл, среди самок — трёхлетки и четырёхлетки — по 0,7 балла. Анализ желудков рыб показал, что пища находилась в состоянии большого ферментативного разрушения.

Показатели гонадосоматических индексов (ГСИ) самок двухлеток составили 0,79 %, самцов — 0,75 %; самок трёхлеток — 0,70 %, самцов — 0,73 %; самок четырёхлеток — 0,82 %, самцов — 0,57 %. У самцов показатель ГСИ с возрастом уменьшается, у самок изменяется от 0,79 % у двухлеток до 0,82 % — у четырёхлеток. Наименьший показатель ГСИ отмечен у самцов четырёхлеток — 0,57 %.

В результате проведённых иссле-

дований было установлено, что в состав изученной части популяции ставриды входят три возрастные группы: двухлетки, трёхлетки и четырёхлетки. В половой структуре незначительно преобладают самки, соотношение полов составляет 1,1 : 1,0. Линейная структура была представлена особями длиной от 12,1 до 17,5 см, массой — от 15,4 до 46,5 г. Наибольшую упитанность имели рыбы двухлетнего возраста — коэффициент по Фультону составил 1,62 %, по Кларк — 1,49 %. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что биологические характеристики популяции черноморской ставриды, обитающей в северо-восточной части Чёрного моря, в районе г.-к. Анапы, не выходят за пределы показателей, характерных для данного вида рыб.

### Библиографический список

- Алеев Ю.Г. К экологии размножения черноморской ставриды (*Trachurus trachurus* L.) // Доклады Академии наук СССР. — 1952. — Т. 83, № 5. — С. 753—755.
- Алеев Ю.Г. Ставриды (*Trachurus*) морей СССР: автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Л., 1954. — 14 с.
- Емтыль М.Х., Иваненко А.М. Рыбы юго-запада России: учеб. пособие. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2002. — 340 с.
- Кузьминова Н.С. Популяционные параметры ставриды в различных акваториях Чёрного моря в современный период // Рибогосподарська наука України. — 2013. — № 3. — С. 35—45.
- Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / под ред. проф. П.А. Дрягина и канд. биол. наук В.В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 376 с.
- Промысловые рыбы России: в 2 т. / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра, Б.Н. Котенёва. — М.: Изд-во ВНИРО, 2006. — Т. 2. — 588 с.
- Пряхин Ю.В., Шкицкий В.А. Методы рыбохозяйственных исследований: учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2008. — 256 с.
- Световидов А.Н. Рыбы Чёрного моря. — М.; Л.: Наука, 1964. — 560 с.

УДК 639.3.05

**ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АКВАКУЛЬТУРЕ**

Д.Э. Лучинский, В.И. Казаева

*Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия**E-mail: dimitrius.luch@gmail.com*

В настоящее время современная аквакультура остаётся зависимой от ручного труда: сбором данных по измерению рыб, температуру воды, содержание в ней кислорода и т.д. Впрочем, многие хозяйства сегодня стараются максимально автоматизировать свою работу. Сегодня все больше разрабатывается и внедряется программных средств в отрасль аквакультуры. Нами проведён анализ программных средств используемых в аквакультуре (таблица).

**Программные средства, используемые в аквакультуре**

Наименование программы	Назначение программы	Язык программирования	Ссылка на источник
1	2	3	4
Программа для расчёта рыбоводно-биологических показателей выращивания рыб	Автоматизированный расчёт рыбоводно-биологических показателей выращивания рыб: линейно-массовых показателей роста, коэффициента упитанности и экстерьерных показателей рыб	C#	Аринжанов, Сарайкин, 2022
Программа для предприятий аквакультуры FishWeb	Автоматизация производства по выращиванию товарной рыбы. Используется для автоматизации функций мониторинга и сбора данных с приборов контроля качества водоподготовки, ключевых параметров водной среды: уровня растворённого кислорода, кислотности, уровня азотных загрязнений	JavaScript	Ивашко, Кукушкин, Шварц, Худорожников, 2019
Программная система автоматизированного управления технологическими процессами на основе сценариев действий в рыбоводных бассейнах и садках аквакультуры	Формирование и поддержание параметров технологических процессов и состояния рыбоводных бассейнов и садков в пределах оптимальных границ, реализует автоматическое управление оборудованием на основе заданных пользователем или поступающих от аналитических сервисов сценариев действий	Python, C/C++, Structured text (ST)	Марахтанов, Екимов, Беседный, 2023
Expert System Trout	Измерение, расчёт и оценка гидрохимических и рыбоводно-биологических параметров в процессе выращивания рыбы на форелевых хозяйствах. Применение программы позволяет: контролировать качество воды, рассчитывать и контролировать количественные рыбоводные показатели	Java	Поздняков, Рудковский, 2023
Модульный программный комплекс «FishGrow Platform» для поддержки принятия решений в задачах выращивания	Поддержка принятия решений и реализации автоматизированного управления технологическими процессами жизненного цикла в рыбоводных бассейнах, садках и системах замкнутого водоснабжения	Python, JavaScript, TypeScript	Марахтанов, Семенов, Тукачев, 2023



## Продолжение таблицы

1	2	3	4
рыбы в бассейнах и садках аквакультуры			
Программа для группового расчёта коэффициента упитанности рыб	Расчёт коэффициента упитанности рыб по Фультону и по Кларк	C#	Аринжанов, Сарайкин, 2021
Программа для расчёта морфометрических и морфофизиологических индексов рыб	Расчёт морфометрических и морфофизиологических индексов рыб	C#	Аринжанов, Сарайкин, 2022
Программа расчёта экстерьерных показателей рыб	Расчёт экстерьерных показателей на основе линейных показателей рыб	C#	Аринжанов, Сарайкин, 2021
Программа для расчёта скорости роста рыб	Автоматизированный расчёт темпов роста рыб: абсолютный прирост массы, относительный прирост массы, абсолютная скорость роста рыбы, относительная скорость роста рыбы	C Sharp	Аринжанов, Сарайкин, 2021
Программа для расчёта оптимальных параметров транспортировки рыбы	Расчёт оптимальных параметров транспортировки живой рыбы (карповые, осетровые, лососёвые)	C Sharp	Аринжанов, Сарайкин, 2022
Программа управления предприятием аквакультуры Фиш-Фиш.про	Автоматизация сбора, визуализации, анализа и прогнозирования данных в производственных процессах рыбного хозяйства: мониторинг жизненного цикла рыбы в садках; прогноз прироста биомассы; мониторинг кормового коэффициента; контроль производственных процессов переработки рыбы и рыбной продукции	JavaScript, PHP	Ляшенко, 2022
М2-Рыбовод	Учёт рыбы на рыбноводческих предприятиях, занимающихся товарным рыбноводством: товарные, маточные или мальковые предприятия, с производственной базой на естественных водоёмах, УЗВ, прудах или садках и работающие с лососёвыми, осетровыми, карповыми или сомовыми видами рыбы	Clarion	Мотрук, Моисеева, 2019
Контроль микроклимата при выращивании аквакультур	Реализация контуров управления с обратной связью в оборудовании, предназначенном для оснащения проточно-бассейновых комплексов, измерение качественных параметров воды в устройствах замкнутого водообмена (УЗВ)	C	Ветчинников, Новожилов, 2021
Программа для мониторинга состояния аквариального комплекса FishMonitor	Работа с базой данных «Электронный журнал аквакультуры» аквариального комплекса, выполняет функции управления, визуализации и анализа данных о состоянии аквариального комплекса (рыбоводного хозяйства)	Python 2.7	Кулыгин, Коваленко, Сергеева, 2022
Программа для расчёта кормления карповых рыб	Расчёт кормовых затрат при выращивании карповых рыб	C#	Аринжанов, Сарайкин, 2022

Окончание таблицы

1	2	3	4
Программа расчёта питательности корма для карповых рыб	Автоматизированный расчёт питательной ценности корма для карповых рыб: калорийности корма, обменной энергии корма и кормового коэффициента	C Sharp	Аринжанов, Сарайкин, 2022

### Библиографический список

Контроль микроклимата при выращивании аквакультур: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.А. Ветчинников, И.А. Новожилов; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Нижегородская гос. сельскохозяйственная академия». № 2021681781 заявл. 16.12.2021 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 27.12.2021.

М2-Рыбовод: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / В.Н. Мотрук, Е.В. Моисеева; правообладатель В.Н. Мотрук, Е.В. Моисеева. № 2019616293 заявл. 10.03.2019 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 22.05.2019.

Модульный программный комплекс «FishGrow Platform» для поддержки принятия решений в задачах выращивания рыбы в бассейнах и садках аквакультуры: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Г. Марахтанов, А.В. Семенов, С.В. Тукачев [и др.]; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ИНТЕРНЕТ-БИЗНЕС-СИСТЕМЫ». № 2023615441 заявл. 01.02.2023 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 15.03.2023.

Программа для группового расчёта коэффициента упитанности рыб: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Е. Аринжанов, А.И. Сарайкин; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». № 2021619030 заявл. 28.05.2021 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 03.06.2021.

Программа для мониторинга состояния аквариального комплекса FishMonitor: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / В.В. Кулыгин, М.В. Коваленко, В.А. Сергеева; правообладатель Федер. гос. бюджет. учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН». № 2022617113 заявл. 08.04.2022 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 18.04.2022.

Программа для предприятий аквакультуры FishWeb: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / Е.Е. Ивашко, И.А. Кукушкин, А.Е. Шварц, М.Ю. Худорожникова; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ИНФОРИКА». № 2019666597 заявл. 03.12.2019 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 12.12.2019.

Программа для расчёта кормления карповых рыб: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Е. Аринжанов, А.И. Сарайкин; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». № 2022660868 заявл. 31.05.2022 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 10.06.2022.

Программа для расчёта морфометрических и морфофизиологических индексов рыб: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Е. Аринжанов, А.И. Сарайкин; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». № 2022664068 заявл. 04.07.2022 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 22.07.2022.

Программа для расчёта оптимальных параметров транспортировки рыбы: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Е. Аринжанов, А.И. Сарайкин; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». № 2022660310; заявл. 31.05.2022 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 01.06.2022.

Программа для расчёта рыбоводно-биологических показателей выращивания рыб: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Е. Аринжанов, А.И. Сарайкин; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». № 2022611780 заявл. 28.01.2022 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 01.02.2022.

Программа для расчёта скорости роста рыб: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Е. Аринжанов, А.И. Сарайкин; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». № 2021666128 заявл. 05.10.2021 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 08.10.2021.

Программа расчёта питательности корма для карповых рыб: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Е. Аринжанов, А.И. Сарайкин; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». № 2022616379 заявл. 24.03.2022 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 08.04.2022.

Программа расчёта экстерьерных показателей рыб: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Е. Аринжанов, А.И. Сарайкин; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». № 2021663470 заявл. 09.08.2021 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 17.08.2021.

Программа управления предприятием аквакультуры ФишФиш.про: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / И.В. Ляшенко; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «РЕШЕНИЕ». № 2022617106 заявл. 08.04.2022 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 18.04.2022.

Программная система автоматизированного управления технологическими процессами на основе сценариев действий в рыбоводных бассейнах и садках аквакультуры: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.Г. Марахтанов, К.А. Екимов, Н.Г. Беседный [и др.]; правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «ИНТЕРНЕТ-БИЗНЕС-СИСТЕМЫ». № 2023616403 заявл. 17.03.2023 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 27.03.2023.

Expert System Trout: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / А.П. Поздняков, К.Е. Рудковский; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Петрозаводский гос. ун-т». № 2023610553 заявл. 26.12.2022 зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 11.01.2023.

УДК 639.51:595.384:591.1

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МОЛОДИ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЁВОГО РАКА *CHERAX QUADRICARINATUS*

А.Д. Марков, А.М. Анцупова, Е.Е. Кошелева, С.О. Борисова  
 Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия  
 E-mail: markov-ad-123@yandex.ru

Использование солёной воды в цикле разведения объектов аквакультуры является перспективной темой, так как оно позволяет вести рыбоводную деятельность в регионах с дефицитом пресной воды. Однако, выращивание пресноводных объектов аквакультуры на солёной воде сопровождается изменением физиологического состояния.

Целью настоящей работы было исследование воздействия солёной воды на концентрацию гемоцианина в гемолимфе австралийского красноклешнёвого рака — *Cherax quadricarinatus* (VON MARTENS, 1868).

### Материал и методы

Молодь австралийского красноклешнёвого рака подращивали в течение 30 сут. в воде с концентрацией хлорида натрия 5 г/л ( $n = 60$  экз.) и контрольной группе — без добавления хлорида натрия ( $n = 60$  экз.). Температура воды за время эксперименты составляла  $26,4 \pm 2,0$  °С. Объём каждой выростной ёмкости 60 л, внешние габариты:  $70,0 \times 38,0 \times 28,5$  см (дно —  $58,0 \times 27,0$  см), объём наполнения ёмкостей водой составлял 30 л. Кормление производили дважды в сутки гранулированным кормом Sorrens TOP 1,0 мм, норма кормления составляла 3 % от биомассы в сутки. В течение эксперимента основные гидрохимические показатели находились в пределах рыбоводных норм.

В конце эксперимента у раков отбирали гемолимфу для определения концентрации гемоцианина. Концентрацию гемоцианина выражали в миллимолях на литр и по методике (Effect of low temperature ... , 2017), используя следующую формулу (1):

$$E_{335} = 2,69 \times ОП_{335}, \quad (1)$$

где:  $ОП_{335}$  — оптическая плотность пробы;

2,69 — экстинкция для гемоцианина при длине волны 335 нм (Nickerson, Van Holde, 1971).

Обработку полученных данных проводили стандартными методами вариационной статистики (Лакин, 1990)

### Результаты и обсуждение

В конце эксперимента достоверно отличались ( $p < 0,05$ ) контрольная группа от группы с солёностью 5 г/л, соответственно, по массе на 61,5 % при увеличении медиан от 0,56—0,59 г в 2,6 раза и 1,5 раза до 1,47 и 0,91 г (средние 1,7 и 1,0 г) и длине на 13,5 %, при увеличении от 3,1 см, в 1,4 и 1,2 раза до 4,2 и 3,7 см (средние 4,3 и 3,7 см). Выживаемость в конце эксперимента в контрольной группе составила 65 %, в то время как в группе с солёностью 5 г/л — 23,3 %. В контрольной и опытных группах замечено возникновение микозных заболеваний. В контрольной группе заражёнными были единичные особи, в то время как в опытной — большая часть особей.

Концентрация гемоцианина в гемолимфе раков по группам представлена на рисунке. Среднее значение концентрации гемоцианина у раков, содержащихся в воде с солёностью 5 г/л ниже, чем у контрольной группы — 0,36 против 0,43 мМ/л, однако различия статистически недостоверны ( $p > 0,05$ ).

Гемоцианин, помимо основной респираторной функции, имеет ряд других, одной из которых является проявление фенолоксидазной активности (активность характерная для одного из



Концентрация гемоцианина у молоди *C. quadricarinatus* по окончании эксперимента

важнейших ферментов иммунной системы беспозвоночных) (Coates, 2020; Cerenius 2021; Söderhäll, 1992), при этом снижается концентрация гемоцианина. В нашем случае в ответ на стрессовое состояние, обусловленное нахождением

в воде с солью и при поражении микозным заболеванием, вероятно, происходит активация фенолоксидазной активности гемоцианина, сопровождающаяся снижением его концентрации.

### Библиографический список

Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.

Cerenius L., Söderhäll K. Immune properties of invertebrate phenoloxidases // *Developmental & Comparative Immunology*. — 2021. — Vol. 122. — Art. № 104098. DOI: 10.1016/j.dci.2021.104098.

Coates C.J., Costa-Paiva E.M. Multifunctional Roles of Hemocyanins // *Vertebrate and Invertebrate Respiratory Proteins, Lipoproteins and other Body Fluid Proteins* / U. Hoeger, J. Harris (eds); *Subcellular Biochemistry*. — 2020. — Vol. 94. — P. 233—250. DOI: 10.1007/978-3-030-41769-7\_9.

Effect of low temperature on globin expression, respiratory metabolic enzyme activities, and gill structure of *Litopenaeus vannamei* / M. Wu, N. Chen, C.X. Huang, H.Y. He, H.-L. Wang // *Biochemistry*. — 2017. — Vol. 82, №. 7. — P. 844—851. DOI: 10.1134/S0006297917070100.

Nickerson K.W., Van Holde K.E. A comparison of molluscan and arthropod hemocyanin. I. Circular dichroism and absorption spectra // *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*. — 1971. — Vol. 39B. I. 4. — P. 855—872. DOI: 10.1016/0305-0491(71)90109-X.

Söderhäll K., Cerenius L. Crustacean immunity // *Annual Review of Fish Diseases*. — 1992. — Vol. 2. — P. 3—23. DOI: 10.1016/0959-8030(92)90053-z.

УДК 631.9

**АКВАПОНИЧЕСКОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

А.С. Медведева, С.Д. Борисова

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия**E-mail: medvedevaas2018@mail.ru*

Опыт применения целебного потенциала растений известен человечеству с давних времён. Большой популярностью травы с лечебными свойствами пользовались на Руси. И до настоящего времени растения являются неисчерпаемым источником биологически активных веществ, на основе которых создаются лекарственные средства. Сбор и заготовка лекарственных растений — это перспективная, экономически и социально значимая отрасль, у которой есть большой рыночный потенциал. Однако существует ряд проблемных вопросов, сдерживающих лекарственное растениеводство. Это как общие проблемы законодательного и организационного характера, так и сезонность сбора и заготовки лекарственных растений; недоступность некоторых видов из-за особенностей произрастания; неблагоприятные погодные условия в течение вегетативного сезона и т. д. Тем не менее, активно растущий спрос на качественное лекарственное растительное сырьё открывает большие перспективы для развития отрасли. Необходимо отметить, что технологии выращивания лекарственных растений в настоящее время в России слабо развиты (Цицилин, Ковалев, 2021).

На рост и развитие растений влияют абиотические и биотические факторы. К абиотическим факторам можно отнести различные микроорганизмы, которые влияют на прикорневую зону растений и способны вторгаться в их метаболизм. К абиотическим факторам относятся свет, суточные ритмы, почва, температура, влажность, минеральные вещества и т. д. (Якушина, 1980).

Соблюдение всех перечисленных факторов можно обеспечить, выращивая лекарственные растения в аквапониических установках, где растения по-

лучают все необходимые питательные вещества из отходов жизнедеятельности рыб. Воды циркулирует в замкнутой системе, растения получают питание, в то же время выполняя роль биофильтра в рыбоводной установке. Анализ литературы показал, что некоторые растения, такие как мята перечная, Melissa, шалфей лекарственный, лапчатка белая, копеечник чайный, тысячелистник обыкновенный возможно выращивать в аквапониических установках, в статьях описаны некоторые условия выращивания и результаты экспериментов.

Нами также был проведён анализ влаголюбивых лекарственных растений: багульник болотный, роснянка круглолистная, череда трёхраздельная, валириана лекарственная, горец змеиный, горец почечуйный, сушеница топяная, брусника обыкновенная, голубика, калужница болотная, клюква четырёхлепестная, ирис болотный, лапчатка прямостоячая, монарда, подбел многолистный. Анализ условий выращивания вышеперечисленных растений показал, что их успешно можно культивировать в аквапониических установках. Изучались такие показатели выращивания как оптимальная температура,  $pH$ , освещённость, отношение растения к влаге, особенности размножения и структура почвы.

Сопоставив условия выращивания лекарственных растений и особенности аквапониических технологий, было сделано вывод том, что при разведении теплолюбивых видов рыб (осётр, севрюга, белуга, шип, стерлядь, сазан, лещ, судак, тарань, во́бла и др.) возможно выращивание таких растений, как роснянка круглолистная и горец почечуйный. А при разведении холодолюбивых рыб (лососи, кумжа, белорыбица, сиви́ги и др.) — мо-

рошка, монарда, лапчатка, ирис болотный, калужница болотная, голубика, сушеница топяная, череда трёхраздельная. Также выбор вида лекарственного растения для аквапоники зависит от *pH* среды. В подкислённой среде можно выращивать такие растения, как багульник болотный, росянка круглолистная, череда трёхраздельная, валериана лекарственная, сушеница топяная, брусника обыкновенная, голубика, клюква четырёхлепестная, подбел многолистный и морошка. При *pH* 6,5—7,5 — монарду. В щелочной среде — ирис болотный.

Таким образом, выращивание лекарственных растений в аквапонике позволит круглогодично выращивать лекарственные растения, сократить финансовые затраты на их сбор, защитить растения от сорняков и вредителей, ещё больше приобщить население к использованию в жизнедеятельности натуральных природных средств. При выборе лекарственных растений для выращивания в аквапонике необходимо учитывать: вид рыбы, температуру, *pH*, освещение и химический состав воды.

### Библиографический список

*Вертьянов С.Ю.* Биотические факторы среды и экосистемы. — М., 2004.

*Цицилин А.Н., Ковалев Н.И.* Лекарственное растениеводство в России в XXI веке (вызовы и перспективы развития) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 1. — С. 42— 54.

*Якушина Н.И.* Физиология растений: учеб. пособие. — М.: Просвещение, 1980. — 303 с.

УДК 504.61

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ИЛОВЛЯ В ГРАНИЦАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

О. Прошкина, А.А. Филипенко, И.А. Андреева

*Волгоградский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ВолгоградНИРО»), г. Волгоград, Россия*

*E-mail: olita2@yandex.ru*

В настоящее время вопросы экологического благополучия водоёмов носят масштабный характер. Общеизвестно, что наиболее адекватным показателем экологического здоровья любого региона является состояние водных экосистем (Черепов, Новиков, 2007). Истощение водных ресурсов наносит большой экологический и экономический ущерб, нарушает устойчивость, затрудняет водопользование и ухудшает условия жизнедеятельности человека.

Иловля — типичный пример водного объекта, который подвергается экологической нагрузке. Река протекает по Саратовской и Волгоградской областям в направлении на юго-запад. Общая протяжённость — 369 км. Исток реки находится в Красноармейском районе Саратовской области, далее проходит по территориям 4-х административных районов Волгоградской области — Камышинского, Котовского, Ольховского и Иловлинского и впадает в р. Дон в 9 км южнее от одноимённого посёлка Иловля. Особенность территорий определяет активная эксплуатация водных ресурсов (бытовые цели, сельскохозяйственное освоение, орошение, водопой и т. д.). Река используется в целях рекреационного рыболовства.

Благополучие реки напрямую зависит от ряда воздействий, в той или иной степени. Сегодня в р. Иловля происходят разрушительные процессы, проявляющиеся в форме заиления при одновременном их зарастании, снижение водности, которое приводит к деградации русел, исчезновению постоянного водотока и сокращению речной сети.

Отдельные участки в верховьях р. Иловля пересыхают в меженный период, что создаёт благоприятные условия для обильного роста жёсткой водной растительности (тростник, камыш, рогоз). В следствие чего, в паводковые периоды, становится затруднительным процесс прохождения воды, которая провоцирует разливы и подтопления населённых пунктов.

Современное состояние Иловли обусловлено комплексом климатических, гидрологических, геологических, антропогенных процессов, протекающих в пределах водосборного бассейна реки. Из перечисленных выше факторов влияния, стоит выделить в отдельную группу — антропогенное воздействие.

Антропогенный пресс вносит масштабные изменения в водную экосистему, что является одной из самых острых и актуальных проблем нашего времени. Процесс становления человеческой цивилизации напрямую зависит от её взаимодействия с окружающей средой. Бурное развитие промышленности, рост городов, перегруженность транспортными средствами, непроизводственная сфера — несомненно, оказывают влияние на водный объект. Во взаимоотношениях человека и природы лидирующие позиции, со значительным преобладанием, на разных уровнях занимают отрицательные проявления.

Одними из проявлений, влияющих на р. Иловля является процесс увеличения объёма выноса в русловую сеть продуктов смыва с распаханых склонов водосборных участков, а также изъятие водных ресурсов для производств и



нужд населения с последующим отведением загрязнённых сточных вод в реку. Иловля чувствительна к естественным и антропогенно обусловленным изменениям водности.

Негативное влияние урбанизированных территорий не может быть полностью устранено, т. к. невозможно исключить фактор человеческого воздействия в целом, но уменьшить антропогенный пресс возможно.

Решение данной проблемы, должно быть комплексным подходом, направленным в первую очередь, на снижение экологической нагрузки водоёма. Прежде всего, это мелиоративные мероприятия — расчистка и углубление, не только самой р. Иловля но и её притоков. Такая работа позволит повысить водность водоёма, вследствие чего, произойдёт увеличение способности реки к самоочищению. Помимо этого, мелиорация водоёма и притоков позволит предотвратить избыточное накопление био-

генных элементов, как в водной массе, так и в донных осадках при отмирании водных растений в конце вегетационного периода. Мелиоративные мероприятия, улучшают не только гидрологические показатели, но и способствуют сохранению гидробионтов в привычной им среде.

При осуществлении работ по мелиорации, необходимо выполнить условия грамотного проведения оздоровительных мероприятий. В первую очередь, это исключение мест миграции производителей и естественного воспроизводства видов рыб, занесённых в Красную книгу Волгоградской области и Красную Книгу РФ. Во-вторых, предотвратить вторичное поступление биогенных и загрязняющих веществ в водоёмы. После проведения всех работ, рекомендуется систематический мониторинг водного объекта и его водоохранной зоны (Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ).

### Библиографический список

*Вишняков Н.В., Канищев С.Н., Солодовников Д.А.* Современное состояние, гидрологическая характеристика и пути оптимизации использования водных объектов бассейна реки Большая Голубая // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 3: Экономика. Экология. — 2015. — № 4 (33). — С. 268—277.

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 28.04.2023).

Фондовые материалы ВолгоградНИРО по реке Иловля.

*Черепов В.М., Новиков Ю.В.* Эколого-гигиенические проблемы среды обитания человека. — Ростов н/Д: РГСУ, 2007. — 1076 с.

УДК 639.371.374

**ВЫБОР СУБСТРАТА ДЛЯ АКВАПОНИЧЕСКОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИСТОВОГО САЛАТА**

А.Б. Сабирова, С.Д. Борисова

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия**E-mail: sabirovaaliya5@gmail.com*

Аквапоника — это выращивание зеленых, овощных и декоративных культур на циркуляционных водах установок замкнутого водообеспечения выращивания рыб без использования почвы. Данное направление продолжает набирать популярность в коммерческом садоводстве и в науке, и по мере этого разрабатывается всё больше и больше технологий культивирования растений в аквапонике. Быстрорастущее население, технологический прогресс в сельском хозяйстве и увеличение производства ценных видов растений с помощью аквапонических установок являются современными научными трендами (Алиев, 1985). Также в настоящее время развивающиеся страны сосредотачиваются на инновационных тенденциях в сельском хозяйстве, чтобы удовлетворить растущие потребности в продуктах питания. Аквапоника имеет ряд технологических преимуществ по сравнению с традиционными методами выращивания растений и таким методом как гидропоника: стабильное освещение, отсутствие химикатов, использование питательной среды без добавления химических веществ, грунт в аквапонике — это среда для размножения полезных бактерий, корневая система растений в аквапонике служит своеобразным биофильтром. В последнее время актуальным становится вопрос выбор грунта для выращивания ценных растений в аквапонике (Green, 2020).

При выращивании растений без почвы используют различные субстраты. Чаще всего это местные материалы. В любом случае субстрат должен отвечать следующим требованиям: не содержать ядовитых веществ и быть химически нейтральным или инертным к пита-

тельному раствору; иметь достаточную водоудерживающую способность и хорошую аэрацию; субстрат должен обладать достаточной прочностью, позволяющей удерживать растение в вертикальном положении на протяжении всей жизни; субстрат должен иметь высокие показатели водо- и воздухопроницаемости, которые наделяют его хорошими аэрационными свойствами и достаточный уровень влагоёмкости, позволяющий удерживать в себе необходимое растению количество влаги. Необходимо отметить, что при продолжительном использовании химические и физические качества любого субстрата для аквапоники ухудшаются. Это может крайне негативно отражаться на процессе культивации растений. Поэтому субстрат необходимо периодически менять или же регулярно за ним ухаживать.

Нами был проведён эксперимент по проращиванию семян листового салата и его выращиванию до товарной массы в аквапонической установке кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» Казанского государственного энергетического университета. В качестве субстратов были использованы такие грунты как: поролон, перлит, галька, минеральная вата, гидрогель, кокосовое волокно (рис. 1).

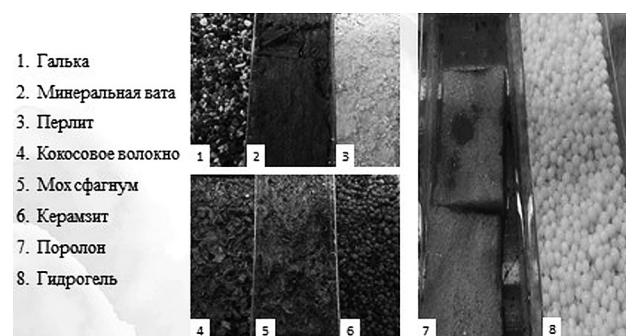


Рис. 1. Варианты экспериментальных субстратов

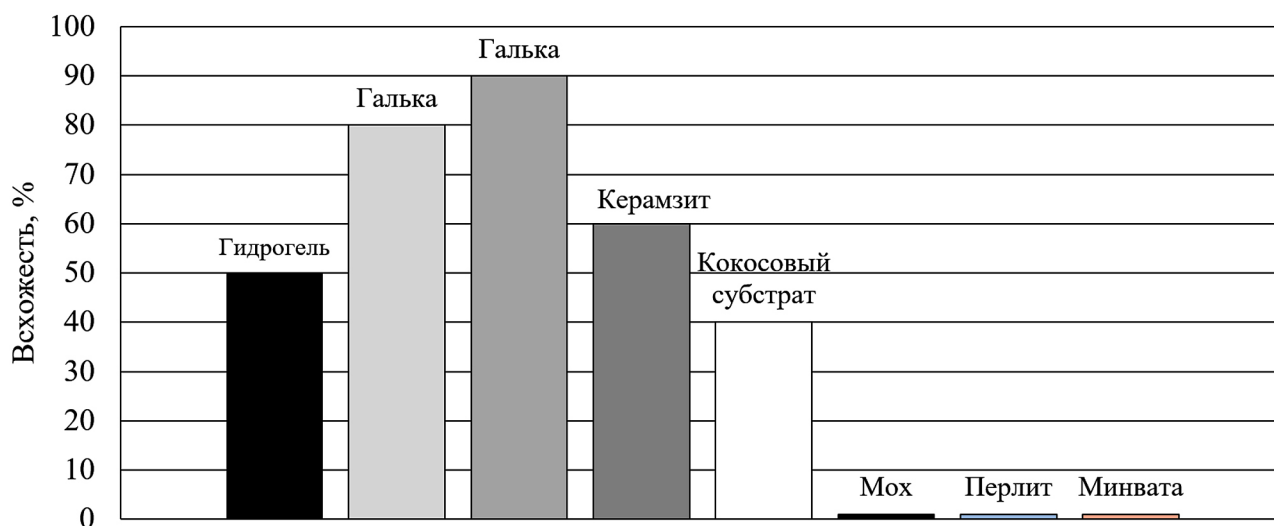


Рис. 2. Всхожесть семян

Семена взошли в гальке, керамзите, поролоне, мхе сфагнум, кокосовом субстрате на 3-й день эксперимента (в контрольной земле семена взошли на 5-й день). На керамзитовом и галечном субстрате отмечен наибольший процент всхожести семян. На гидрогеле, перлите и минвате семена не взошли. Это объясняется гладкой поверхностью гидрогеля (семена скатывались на дно ёмкости), лёгкостью (по массе) перлита (грунта всплыл, семена опустились на дно) и плотной структурой минваты (через неё ток воды медленный, семена оказались полностью в воде и сгнили).

Результаты эксперимента по проращиванию семян листового салата показали, что для данного растения наиболее подходящим субстратом является керамзит и галька. Это связано с тем, что керамзит являясь достаточно лёгким (по весу) субстратом хорошо обеспечивает растение кислородом, он хорошо дренирует корневую систему, не вызывает изменений химического состава воды, подходит для аквапонических систем периодического затопления или других систем с частыми циклами полива. Керамзит легко использовать повторно,

что делает его весьма экономичным. Галька пропускает воду, не задерживая и не впитывая её, обеспечивает аэрацию корневой системе и хорошо удерживает растение в вертикальном состоянии. Эти же субстраты были наиболее подходящими грунтами и при последующем выращивании листового салата до товарной массы.

Таким образом, перспективными субстратами для выращивания ценных видов растений в аквапонике являются керамзит и мелкая галька. Как видно из графиков наилучшая всхожесть и скорость роста семян до 80—90 % в галечном и керамзитовом субстрате. Минимальная всхожесть — 40 % в кокосовом волокне. Наиболее неподходящими грунтами для использования в аквапонических системах оказались гидрогель, перлит и минеральная вата.

Оба субстрата способны удерживать большое количество влаги, имеют хорошие аэрационные и дренажные свойства и благоприятный уровень  $pH$ , не деформируются в процессе эксплуатации, отсутствует необходимость дополнительной пересадки растений и предварительной обработки субстрата.

### Библиографический список

Алиев Э.А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. — 2-е изд., доп. и перераб. — Киев: Урожай, 1985. — 160 с.

*Калайда М.Л., Борисова С.Д.* Использование аквапоники в эксплуатации малой рыбноводной установки с замкнутым циклом водообеспечения // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоёмов и объектов разведения, технологии выращивания: материалы Междунар. конф. — Новосибирск: Золотой колос, 2020. — С. 94—98.

*Сабирова А.Б., Борисова С.Д.* Результаты выращивания листового салата в установке замкнутого цикла водоснабжения по воспроизводству рыбы // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2020. — С. 54—60.

*Green T.* Hydroponics and Aquaponics: The Beginner's Guide to Choose Your Best Sustainable Gardening System and Grow Organic Vegetables at Home Without Soil Paperback. — 2020, April 22. — С. 34—36.

УДК 639.51

СОДЕРЖАНИЕ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ  
*NEOCARIDINA DAVIDI* 'RED'

В.В. Стихина, А.С. Телоницкая, В. Бекбергенова

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*  
E-mail: lera.stikhina@mail.ru

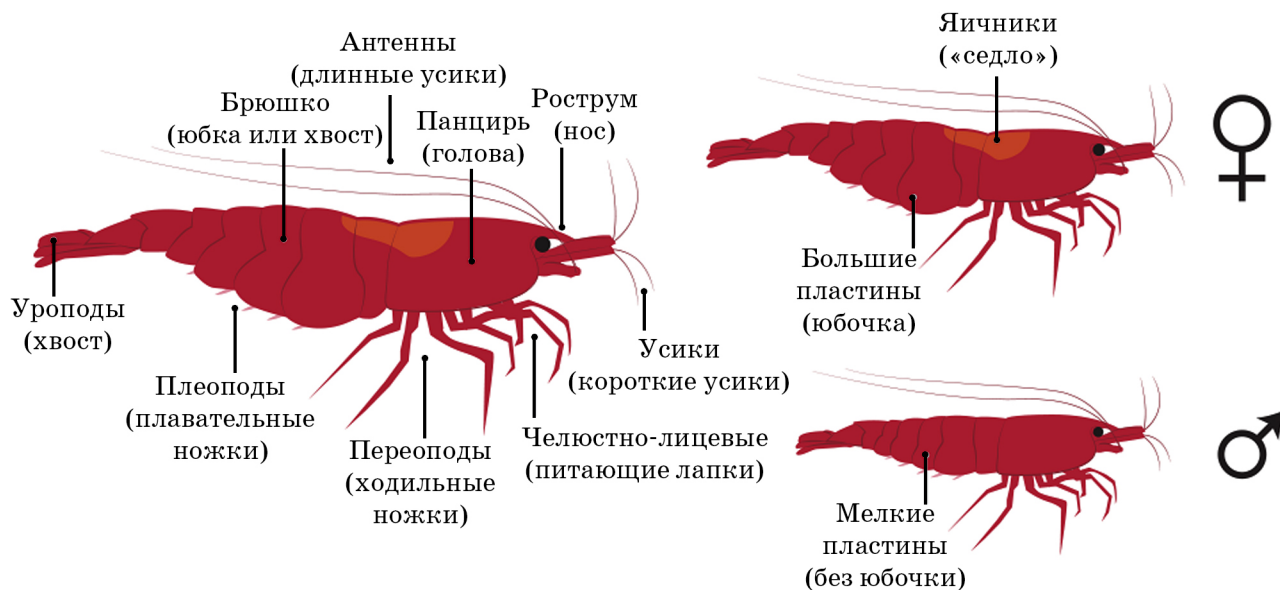
Креветки уже давно стали неотъемлемой частью аквариумистики. В настоящее время получено большое количество различных цветовых форм: Yellow Fire Extreme, Sakura Orange, Blue Jelly, Blue Dream и т. д., но наибольшую популярность имеют «вишни» — креветки с красным окрасом тела. Креветка красная Вишня, Cherry Shrimp, Cherry Red Shrimp и в сокращении R.C.S — селективно выведенный в Германии вид, полученный в процессе долгого скрещивания диких креветок *Neocaridina davidi* (BOUVIER, 1904). Большинство морф *N. davidi* приходят из Тайваня и Германии. В Россию же креветки Вишни попали в 2004 г. Родиной креветки считается Азия — Южный Китай, Япония, Тайвань и Корея (Nur, Christianus, 2013).

Таксономия креветок Вишен не раз изменялась. В 1904 г. Bouvier описал вид как *Caridina davidi*. В 1940 г. вид был перенесён Kubo в род *Neocaridina* под именем *Neocaridina denticulata sinensis* (КЕМР, 1918). *Neocaridina denticulata davidi* Cai в 1996 г. *Neocaridina heteropoda*

Liang в 2002 г. *Neocaridina sinensis* Cai в 2006 г. *Neocaridina davidi* Klotz & Karge, 2013 г. (First record ... , 2018).

*Neocaridina davidi* — это научное название дикой креветки. В природе креветки красно-коричневатые, иногда имеют чёткую линию, проходящую вдоль спины, могут встречаться также зеленоватые особи либо же полностью бледные. Креветка Вишня отличается миниатюрными размерами — в длину вырастают до 2,5—4,0 см. Тело вытянутой формы, сжатое с боков. Туловище состоит из 2 отделов: брюшка и головогруди. Головогрудь защищена панцирем, прикрывающим жаберные полости.

Креветки Вишни имеют половой диморфизм: самцы и самки отличаются по размерам, самки обычно крупнее, толще и ярче (рис. 1). Главным отличительным признаком является «седло» на спине у самок — пятно желтоватого цвета, реже — зеленоватого, представляющее собой яичники, в которых развивается икра. «Сёдла» являются признаком половой зрелости, а также хорошим ин-

Рис. 1. Анатомия *Neocaridina davidi*

дикатором того, что в ближайшее время необходимо ждать появления яиц.

Согласно второму закону Менделя, если потомков первого поколения, одинаковых по изучаемому признаку, скрестить между собой, то во втором поколении признаки обоих родителей появляются в определённом числовом соотношении:  $\frac{3}{4}$  особей будут иметь доминантный признак.

В данном случае доминантным признаком является менее яркая окраска. У магазинных креветок этот признак несколько подавлен. Именно поэтому ярко-красный цвет креветок исчезнет и через несколько поколений они приобретут свою природную маскировочную окраску. Для сохранения яркого окраса требуется проводить селекционную работу, т. е. контролировать размножение креветок и выбирать для воспроизведения потомства ярких особей.

Есть несколько вариантов для поддержания нужной окраски: содер-

жать менее ярких самок отдельно, не давая им продолжать потомство; по возможности не допускать близкородственных связей, т. е. обмениваться или докупать новых креветок; отбраковывать потомство, избавляясь от наименее ярких.

В результате селекционной работы существует множество закреплённых вариантов окраса креветок Вишен (рис. 2), например, «Red Fire» — яркого красного цвета с непрозрачным панцирем, «Yellow Fire» — яркого жёлтого цвета с непрозрачным панцирем, «Blue Dream» — яркого синего цвета с непрозрачным панцирем с возможным вкраплением чёрных точек и т. д.

В лаборатории Аквариумистики, на базе кафедры Технические средства аквакультуры, имеется селекционный аквариум с креветками Вишня, размером  $58 \times 20 \times 40$  см, объёмом 46,4 л. Уход за гидробионтами считается одним из самых простейших.

**NEOCARIDINA DAVIDI**  
Common Name: Cherry Shrimp

**WILD COLOURS**

**VAR RED**, **VAR YELLOW**, **VAR BROWN**

**VAR BLUE (RED LINEAGE)**, **VAR ORANGE (RED LINEAGE)**, **VAR GREEN (YELLOW LINEAGE)**, **VAR BLUE (BROWN LINEAGE)**, **VAR BLACK (BROWN LINEAGE)**

**VAR BLUE (RED / ORANGE LINEAGE)**, **VAR GREEN (RED / ORANGE LINEAGE)**, **VAR BLUE (BROWN / BLACK LINEAGE)**

COMMONLY KNOWN AS THE CHERRY SHRIMP, THIS FRESH WATER DWARF SHRIMP SPECIES IS POPULAR AMONGST BEGINNER SHRIMP KEEPERS AROUND THE WORLD AS THEY ARE HARDY AND EASY TO BREED. THIS CHART IS A SIMPLIFIED VERSION OF THE CHERRY SHRIMP FAMILY TREE RESEARCHED AND DEVELOPED BY JAY COTTRELL FROM BOSS AQUARIA WITH CONSULTATION FROM GLENN NG.

**GRADES**

**CHERRY**  
CLEAR LEGS WITH BODY COVERED IN A LITTLE COLOUR

**SAKURA**  
LEGS AND BOTTOM HALF COVERED IN A LITTLE COLOUR. TOP HALF HAS MORE COLOUR COVERAGE.

**FIRE**  
FULL COVERAGE OF COLOUR INCLUDING LEGS. SADDLE AND EGGS ON FEMALE STILL VISIBLE UNDER REGULAR LIGHT.

**PAINTED FIRE**  
FULL COVERAGE OF COLOUR INCLUDING LEGS. SADDLE AND EGGS ONLY VISIBLE UNDER SPECIAL LIGHT CONDITIONS.

WHEN GRADING A PAIR, THE GRADE APPLICABLE TO THE PAIR IS THE LESSER OF THE TWO. FOR EXAMPLE, A SAKURA RED MALE WITH A FIRE RED FEMALE WOULD BE GRADED AS A SAKURA RED PAIR.

**PATTERNS**

**RILLI**  
SOLID PORTIONS OF THE SHRIMP ARE TRANSPARENT. THE MORE TRANSPARENCY, THE HIGHER THE GRADE.

WHILST NOT A CERTAINTY, THESE ARE POTENTIAL GRADES AND PATTERNS THAT HAVE BEEN ACHIEVED THROUGH SELECTIVE BREEDING WITH THE VARIOUS *NEOCARIDINA DAVIDI* COLOURS.

**SKF Aquatics**  
THE HOME FOR AQUARISTS  
WWW.SKFAQUATICS.COM  
© COPYRIGHT ALL RIGHTS RESERVED

Рис. 2. Селекция *Neocaridina davidi*

Гидрохимические требования по содержанию и выращиванию *Neocaridina davidi*

Параметр	Норматив (Mahmoud, Sastranegara, Kusmintarsih, 2020)	Собственные данные
Объём аквариума, л	5—10	46,4
Освещённость	Умеренная	Умеренная (300—800 lux)
Температура, °С	23—27	22—25
Температура для размножения, °С	24—26	24—25
Кислотность, рН	6,5—8,0	7,2—8,5
Общая жёсткость, gH	6—8	7
Карбонатная жёсткость, kH	3—10	5
Еженедельная смена воды, %	10—15	10—15
Высота грунта, мм	0,5—1,5	0,5—1,0 мм (галька)
Растительность	Густая	Густая ( <i>Lomariopsis lineata</i> , <i>Eloдея canadensis</i> )

В таблице представлены литературные и наши данные по содержанию гидробионтов.

Исследование проводили с 23 декабря по настоящее время. Было установлено, что при повышении температуры до 24 °С креветки наиболее плодовитые. Кормление осуществляли 1 раз в день специализированным кормом Tetra Crusta Granules (Германия). Также важным условием является наличие грунта и густая растительность,

благодаря которой мальки креветок находят пропитание. При данных показателях, было замечено огромное количество новой молодежи, а также три беременных самки.

Креветок можно подкармливать специальными кормами для ракообразных с содержанием астаксантина. Из естественной пищи, креветки предпочитают сине-зелёные водоросли, которые содержат элементы, способствующие укреплению организма креветок.

## Библиографический список

First record and DNA barcodes of the aquarium shrimp, *Neocaridina davidi*, in Central Europe from thermally polluted River Oder canal, Poland / A. Jabłońska, T. Mamos, P. Gruszka, A. Szlauer-Łukaszewska, M. Grabowski // Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems. — 2018. — Vol. 419, article 14. — P. 1—5.

Mahmoud H.H.A., Sastranegara M.H., Kusmintarsih E.S. The lifecycle of *Neocaridina denticulata* and *N. palmata* in aquariums // Biodiversitas: Journal of Biological Diversity. — 2020. — Vol. 21, № 6. — P. 2396—2402.

Nur F.A.H., Christianus A. Breeding and Life Cycle of *Neocaridina denticulata sinensis* (КЕМП, 1918) // Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. — 2013. — Vol. 8. — P. 108—115.

УДК 597.556.33(282.247.38)

**СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СУДАКА В БАССЕЙНЕ РЕКИ КУБАНЬ  
В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ**

А.В. Стуков, Г.А. Москул

*Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия**E-mail: anton.stukov2014@yandex.ru***Введение**

В современный период наблюдается уменьшение запасов полупроходных рыб в бассейне Азовского моря, поэтому нерестовые выростные хозяйства (НВХ) испытывают недостаточную обеспеченность производителями для воспроизводства (особенно производителями судака). В настоящее время в Азово-Кубанском районе воспроизводством судака занимаются 4 НВХ. Кроме наличия необходимого количества половозрелых особей на нерестилищах эффективность воспроизводства судака зависит от биологических факторов и от качества производителей, в частности от их размерно-массовых характеристик, возрастного состава и репродуктивного потенциала. Целью данной работы являлась оценка биологического состояния производителей судака бассейна р. Кубань в многолетнем аспекте.

**Материал и методы**

Исследования проводили в период 2020—2022 гг. в 3 местах бассейна р. Кубани: верхнее течение р. Кубань, Краснодарское вдхр. и р. Протока. Всего было проанализировано 139 экз. производителей судака. Для определения их биологического состояния и репродуктивного потенциала изучали размерно-массовый состав рыб и абсолютную плодовитость, рассчитывали коэффициенты зрелости гонад и коэффициенты упитанности по Фультону. Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Чугунова, 1959).

**Результаты и обсуждение**

В настоящее время производители судака в 2—3-годовалом возрасте в верхнем течении и 3—4-годовалом в Красно-

дарском вдхр. и р. Протоке, составляют основу репродуктивной части популяции судака. В период 1991—2005 гг., по данным Е.П. Цуниковой с соавторами (Масштабы воспроизводства судака ... , 1996; Цуникова, Попова, Порошина, 2006), основная масса нерестящегося судака была в возрасте 3—5 лет, а за период 2017—2019 гг. по данным Е.В. Горбенко с соавторами (Состояние производителей судака ... , 2019) 3—4 года. Наши исследования показали, что особенностью возрастной структуры нерестового стада судака в 2020—2022 гг. в обследованной выборке стало то, что значительную часть производителей (25,4 %) составляли самки возрастом 2 года, со зрелыми половыми продуктами (табл. 1).

Увеличение количества самок со зрелыми гонадами в возрасте 2-х лет свидетельствует об усилении влияния антропогенного характера (перелова) на структуру популяции судака.

В исследуемый период, средние масса и длина молодых самок и самцов судака, заходящих на нерестилища, были ниже, чем в предыдущие годы, так же с годами замечено уменьшение качества абсолютной плодовитости (182,5 тыс. шт.), вследствие увеличения количества самок малых возрастных групп, участвующих в нересте (табл. 2).

Коэффициенты зрелости самцов судака были низкими, изменяясь по средним показателям от 0,86 до 0,98 % (в среднем 0,91 %), что могло отрицательно повлиять на оплодотворяемость икры. Низкие коэффициенты зрелости у самцов судака (0,6—0,8 %) наблюдались с 1989 г. в связи с загрязнением водоемов. В 1960-е гг. они были в 2 раза выше (1,52 %) (Масштабы воспроизводства судака ... , 1996).



Таблица 1

Возрастная структура производителей судака бассейна р. Кубань в многолетнем аспекте

Пол, %	Годы исследования	Возраст, лет						
		2	3	4	5	6	7	
Оба пола	1996—2005 гг. (Цуникова Е.П. и др.)	2,7	23,4	39,7	23,6	8,8	1,8	
Самки	2017—2019 гг. (Горбенко Е.В. и др.)	16,8	52,8	24,6	1,4	1,4	3,0	
Самцы	2017—2019 гг. (Горбенко Е.В. и др.)	12,4	59,4	25,2	3,0	—	—	
Самки	Наши данные	2020 г.	38,3	41,8	17,1	2,8	—	—
		2021 г.	22,6	46,4	31,0	—	—	—
		2022 г.	15,2	35,3	29,8	11,4	8,3	—
		Среднее	25,4	41,2	26,0	4,7	2,8	—
Самцы	Наши данные	2020 г.	34,5	48,2	13,8	3,5	—	—
		2021 г.	27,0	42,4	23,8	6,8	—	—
		2022 г.	18,7	37,2	33,5	10,6	—	—
		Среднее	26,7	42,6	23,7	7,0	—	—
Оба пола	Наши данные	2020 г.	36,7	44,9	14,3	4,1	—	—
		2021 г.	28,9	42,2	26,7	2,2	—	—
		2022 г.	20,0	37,8	31,1	8,9	2,2	—
		Среднее	28,5	41,6	24,1	5,1	0,7	—

Таблица 2

Биологические показатели производителей судака бассейна р. Кубань в многолетнем аспекте

Пол	Годы исследования	Длина, см	Масса, г	Коэффициент		Абсолютная плодovitость, тыс. шт.	
				упитанности	зрелости		
Самки	1996—2005 гг. (Цуникова Е.П. и др.)	46,9	1702	1,60	—	364,8	
	2017—2019 гг. (Горбенко Е.В. и др.)	42,1	1190	1,40	10,4	221,7	
	Наши данные	2020 г.	43,2	986	1,22	11,89	174,5
		2021 г.	43,4	979	1,22	11,76	186,7
		2022 г.	44,5	954	1,08	12,05	186,3
Среднее		43,7	973	1,17	11,90	182,5	
Самцы	2017—2019 гг. (Горбенко Е.В. и др.)	44,6	1237	1,40	0,50	—	
	Наши данные	2020 г.	42,9	962	1,22	0,90	—
		2021 г.	43,5	958	1,16	0,86	—
		2022 г.	44,1	971	1,12	0,98	—
		Среднее	43,5	963	1,16	0,91	—

Гонады самок и самцов в преднерестовый период были на IV стадии зрелости. Диаметр ооцитов варьировал от 0,8 до 1,1 мм. Среди обследованных самок в 2020 г. у 13 % отмечалась незначительная резорбция икры. В 2021 г.

рыбы с нарушениями созревания гонад встречались чаще — 15 % обследованных особей. В 2022 г. в незначительном количестве отмечались особи с функциональными нарушениями созревания (2 %).

В 2022 г. коэффициенты упитанности по Фультону самок и самцов были в сравнении с прошлыми годами меньше и находились на уровне значений 1,17 и 1,16.

В исследуемые годы наиболее высокие коэффициенты зрелости гонад самок в преднерестовый период были у более крупных особей в 2022 г., в среднем они составляли 12,05 %. В связи с увеличив-

шейся долей на нерестилищах младших возрастных групп (2—3-годовалых) рыбное качество и подготовленность к нересту производителей судака весной 2020—2022 гг. были ниже, чем в предыдущие годы, во всех возрастных группах коэффициенты не превышали значения, характерные для последних 20 лет (табл. 3).

Таблица 3

Биологические показатели производителей судака в нерестовый период

Показатель	2020 г.				2021 г.				2022 г.			
	2	3	4	5—6	2	3	4	5—6	2	3	4	5—6
Верхнее течение р. Кубань												
Масса, г	<u>520</u> 395	<u>990</u> 839	<u>1604</u> 1334	<u>2116</u> 1806	<u>512</u> 389	<u>988</u> 821	<u>1593</u> 1325	<u>2102</u> 1802	<u>495</u> 400	<u>967</u> 843	<u>1505</u> 1378	<u>2045</u> 1865
Длина, см	<u>36,9</u> 34,7	<u>43,0</u> 42,8	<u>51,2</u> 51,6	<u>54,8</u> 56,0	<u>37,2</u> 35,2	<u>43,5</u> 43,3	<u>51,7</u> 52,1	<u>55,1</u> 56,2	<u>37,7</u> 35,8	<u>44,3</u> 43,5	<u>52,9</u> 52,7	<u>56,9</u> 56,3
Уф	<u>0,90</u> 0,83	<u>1,13</u> 0,99	<u>1,06</u> 0,96	<u>1,08</u> 1,01	<u>0,87</u> 0,81	<u>1,06</u> 0,99	<u>0,97</u> 0,90	<u>1,03</u> 1,00	<u>0,92</u> 0,87	<u>1,11</u> 1,02	<u>1,02</u> 0,94	<u>1,10</u> 1,04
ГСИ, %	<u>11,67</u> 0,93	<u>11,60</u> 0,70	<u>12,32</u> 0,89	<u>12,85</u> 1,38	<u>11,65</u> 0,72	<u>11,43</u> 0,86	<u>12,29</u> 1,12	<u>12,57</u> 1,25	<u>11,70</u> 0,75	<u>11,58</u> 0,71	<u>12,42</u> 1,09	<u>13,40</u> 1,87
Ап, тыс. шт.	<u>82,5</u>	<u>126,8</u>	<u>189,6</u>	<u>237,3</u>	<u>89,4</u>	<u>132,8</u>	<u>200,3</u>	<u>252,7</u>	<u>87,1</u>	<u>135,5</u>	<u>192,4</u>	<u>269,0</u>
Краснодарское вдхр.												
Масса, г	<u>682</u> 551	<u>987</u> 899	<u>1650</u> 1586	<u>2238</u> 2024	<u>679</u> 548	<u>985</u> 892	<u>1648</u> 1559	<u>2212</u> 2009	<u>673</u> 534	<u>975</u> 869	<u>1643</u> 1541	<u>2178</u> 1982
Длина, см	<u>41,1</u> 37,3	<u>44,8</u> 41,8	<u>52,3</u> 50,4	<u>56,7</u> 54,6	<u>39,8</u> 37,5	<u>44,3</u> 42,2	<u>52,8</u> 50,9	<u>56,4</u> 55,4	<u>40,7</u> 39,9	<u>45,8</u> 43,8	<u>54,3</u> 51,5	<u>57,7</u> 56,6
Уф	<u>1,07</u> 0,96	<u>1,12</u> 1,11	<u>1,10</u> 1,09	<u>1,19</u> 1,14	<u>1,05</u> 0,87	<u>1,09</u> 1,00	<u>1,10</u> 1,14	<u>1,15</u> 1,08	<u>1,00</u> 0,84	<u>1,02</u> 1,07	<u>1,03</u> 1,13	<u>1,13</u> 1,09
ГСИ, %	<u>10,42</u> 0,75	<u>11,17</u> 0,81	<u>12,25</u> 0,96	<u>13,96</u> 1,58	<u>10,27</u> 0,69	<u>11,12</u> 0,77	<u>12,09</u> 1,00	<u>13,75</u> 1,53	<u>10,53</u> 0,72	<u>11,26</u> 0,84	<u>12,61</u> 1,01	<u>14,50</u> 1,75
Ап, тыс. шт.	<u>102,3</u>	<u>147,4</u>	<u>221,6</u>	<u>274,8</u>	<u>106,9</u>	<u>157,5</u>	<u>230,4</u>	<u>291,1</u>	<u>107,6</u>	<u>163,7</u>	<u>229,3</u>	<u>285,5</u>
р. Протока												
Масса, г	<u>615</u> 507	<u>946</u> 852	<u>1577</u> 1469	<u>2076</u> 1922	<u>621</u> 509	<u>950</u> 854	<u>1576</u> 1473	<u>2083</u> 1921	<u>625</u> 512	<u>954</u> 865	<u>1589</u> 1477	<u>2097</u> 1939
Длина, см	<u>38,1</u> 36,3	<u>42,9</u> 41,8	<u>52,2</u> 49,5	<u>56,4</u> 53,2	<u>38,3</u> 36,8	<u>43,4</u> 42,1	<u>52,5</u> 49,9	<u>56,6</u> 53,8	<u>39,2</u> 37,2	<u>44,7</u> 42,7	<u>53,8</u> 50,7	<u>57,1</u> 55,4
Уф	<u>1,09</u> 1,01	<u>1,12</u> 1,08	<u>1,07</u> 1,09	<u>1,14</u> 1,12	<u>1,10</u> 0,78	<u>1,13</u> 0,96	<u>1,05</u> 1,15	<u>1,12</u> 1,15	<u>1,04</u> 0,99	<u>1,07</u> 1,11	<u>1,02</u> 1,13	<u>1,12</u> 1,14
ГСИ, %	<u>10,49</u> 0,85	<u>11,17</u> 0,79	<u>12,55</u> 1,05	<u>14,38</u> 1,64	<u>10,47</u> 0,76	<u>11,12</u> 0,78	<u>12,56</u> 0,99	<u>14,36</u> 1,57	<u>10,53</u> 0,80	<u>11,26</u> 0,82	<u>12,61</u> 1,07	<u>14,50</u> 1,68
Ап, тыс. шт.	<u>98,3</u>	<u>157,4</u>	<u>203,9</u>	<u>258,2</u>	<u>102,5</u>	<u>163,4</u>	<u>213,7</u>	<u>284,1</u>	<u>101,3</u>	<u>164,0</u>	<u>217,9</u>	<u>286,2</u>

Примечание: над чертой — самки; под чертой — самцы.

Средняя абсолютная плодовитость самок судака в исследуемые годы варьировала от 171,0 в верхнем течении р. Кубань до 196,5 тыс. шт. икринок в Краснодарском вдхр. Абсолютная индивидуальная плодовитость самок находилась в диапа-

зоне от 67,8 до 383,5 тыс. шт. икринок. Максимальное количество икры отмечено у 6-и годовалой, минимальное — у 2-годовалой самки. Во всех возрастных группах плодовитость самок была несколько ниже среднемноголетних значений.

### Заключение

Таким образом, анализируя биологическое состояние производителей судака в период 2020—2022 гг. можно отметить, что многие показатели снижены по сравнению с оптимальными значениями, но являются удовлетворительными для рыб в современных условиях. По многолетним наблюдениям, возраст первого созревания азовского судака составляет 3 года (Масштабы воспроизводства судака ... , 1996). Появление самок со зрелыми гонадами в 2-годовалом возрасте свидетельству-

ет о влиянии перелома. Интенсивный промысел вызвал значительное сокращение численности рыб, что проявилось в улучшении кормовых условий, изменении отдельных биологических показателей особей судака, которые носят адаптивный характер. Механизмы адаптации к резкому сокращению численности в большей степени затрагивают наиболее уязвимый процесс жизненного цикла — воспроизводство вида. Поэтому вполне объяснимой его реакцией является раннее вступление самок в репродуктивный возраст.

### Библиографический список

Состояние производителей судака и тарани и обеспеченность ими нересто-во-выростных хозяйств пойменного типа Краснодарского края / Е.В. Горбенко, Л.Г. Дахно, А.А. Павлюк, С.Г. Сергеева // Труды АзНИИРХ: сб. науч. тр. / отв. ред. В.Н. Белоусов. — Ростов н/Д, 2019. — Т. 2. — С. 201—209.

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

Масштабы воспроизводства судака и тарани в Азово-Кубанском районе в современных условиях / Е.П. Цуникова, И.Н. Василенко, Т.М. Попова, Е.Р. Иващенко // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азовского бассейна: сб. науч. тр. — Ростов н/Д, 1996. — С. 340—348.

*Цуникова Е.П., Попова Т.М., Порошина Е.А.* Состояние производителей судака и тарани и масштабы их воспроизводства на нерестилищах Азово-Кубанского района в 2004—2005 гг. Современное состояние водоёмов Ейского НВХ и результаты размножения в них полупроходных рыб // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр. — Ростов н/Д, 2006. — С. 355—371.

*Чугунова Н.И.* Руководство по изучению возраста и роста рыб (методическое пособие по ихтиологии). — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.

УДК 639.3.05

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИФИДОБАКТЕРИЙ В КОРМЛЕНИИ РЫБ**

Е.Г. Трубникова

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия

E-mail: elizavetatrubnikova@yandex.ru

Использование антибиотиков является обычной практикой в рыбоводстве для борьбы со вспышками болезней. Однако ещё в 1950-х гг. исследователи выявили обеспокоенность по поводу развития резистентности бактерий к антибиотикам стрептомицину и тетрациклину, которые использовались в кормлении рыб и животных. Эти результаты заложили основу для введения более строгих нормативных параметров использования антибиотиков в кормах, а также стимулировали поиск альтернативных препаратов. Одними из наиболее перспективных аналогов антибиотикам стали пробиотики (Применение антибиотиков в сельском ... , 2021).

Термин «пробиотик» происходит от латинского слова «*pro*» (для) и греческого слова «*bios*» (жизнь), означающего «на всю жизнь», и относится к микробным кормовым добавкам, которые приносят пользу организму-хозяину за счёт модуляции кишечной микробиоты. Это первое определение послужило основой для дифференциации пробиотиков от антибиотиков.

Главная цель пробиотических препаратов — оказать положительное влияние на общее состояние здоровья, повышая устойчивость к патогенам.

Бифидобактерии представляют собой род грамположительных, не образующих спор анаэробных бактерий, имеющих вид немного изогнутых палочек, ветвящихся иногда на концах, размер которых составляет 2—5 мкм. Представители этого рода обитают не только в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) человека, но и в ЖКТ различных животных. Бифидобактерии могут выступать в роли иммуномодуляторов, а также обладают пассивной и активной колонизационной резистентностью. Би-

фидобактерии положительно влияют на показатели минерального, липидного и белкового обменов, принимают участие в ферментативных процессах, помогают усваиваться витамину D, способствуют витаминизации (витаминов К, группы В и РР), а также содействуют синтезу незаменимых аминокислот (Erdogan, Erdogan, Aslantas, 2010; Мирошникова, Аринжанов, Килякова, 2018).

*Bifidobacterium longum* представляют собой вид анаэробных грамположительных бактерий, принадлежащих роду *Bifidobacterium*. Также, эти пробиотические микроорганизмы представляют собой постоянную часть нормофлоры, необходимой в обмене веществ хозяина. Кроме того, они играют важную роль в защите организма от различных инфекций, вызываемых при попадании в организм хозяина патогенных микроорганизмов. *B. longum* способны полностью блокировать активность отравляющих элементов или значительно снижать эффективность их действия, а также могут оказывать связующее действие в их отношении и усваивать эссенциальные элементы. Кроме того, *Bifidobacterium longum* способны блокировать активность или снижать эффективность действия токсических элементов (Аринжанов, Мирошникова, Килякова, 2015; Влияние биотических и абиотических ... , 2021; Оценка элементного статуса ... , 2022).

Исследования на креветках показали, что включение *Bifidobacterium longum* в качестве кормовой добавки способствует увеличению скорости роста и показателей прироста массы. Кроме того, были получены данные о сильном увеличении количества гемоглобина и скорости фагоцитоза, что способствует повы-

шению иммунитета, главным образом, в связи с функцией гемоцитов в организме беспозвоночных. Гемоциты беспозвоночных поглощают умершие клетки и патогенные бактерии. Так же был повышен уровень экспрессии генов, связанных с иммунитетом: пенаеидина 2, пенаеидина 3, пенаеидина 4, белка свёртывания крови, супероксиддисмутаза, анти-ЛПС фактора, крастина и лизоцима. Ещё одним ожидаемым эффектом от введения в рацион креветок *Bifidobacterium longum* является повышение резистентности к *V. parahaemolyticus*, возбудителю болезни острого гепатопанкреатического некроза. Одной из наиболее ярких проблем в культивировании белых креветок является именно повышенная устойчивость *V. parahaemolyticus* к антибиотикам, но добавление к корму *B. longum* способствует решению данной проблемы, так как данный штамм микроорганизмов повышает выживаемость после заражения почти на 73 % (Dietary of *Lactobacillus paracasei* ... , 2022).

Исследования на рыбах показали способность пробиотиков влиять на ре-

продуктивность. Установлено, что введение в рацион *B. longum* улучшает качество спермы и повышает количество сперматозоидов у самцов и повышает процент подвижных сперматозоидов (Diet Supplemented with Antioxidant ... , 2019).

Опыты на карпе показали, что включение в рацион *Bifidobacterium longum* в составе пробиотического препарата «Соя-бифидум» нормализует микробиом кишечника рыб, способствует увеличению филума *Actinobacteria*, а также численности бактерий рода *Bifidobacterium* в кишечнике рыб (Способ коррекции микробиома ... , 2022). Кроме того, зафиксировано ингибирование развития патогенных бактерий (Аринжанов, 2023).

Таким образом, исходя из выше представленного материала, становится видно, что использование пробиотической культуры *Bifidobacterium longum* в кормлении рыб приносит положительные результаты. Однако данный пробиотический штамм в аквакультуре начали применять относительно недавно.

### Библиографический список

Аринжанов А.Е. Влияние пробиотического штамма *Bifidobacterium longum* на микробиом кишечника карпа // АгроЗооТехника. — 2023. — Т. 6, № 1.

Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Использование биодобавок и наночастиц железа в кормлении карпа // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2015. — № 6 (181). — С. 44—48.

Влияние биотических и абиотических компонентов в структуре рациона карпа на структуру микробиома кишечника и элементный статус / Е.П. Мирошникова [и др.] // Микроэлементы в медицине. — 2021. — Т. 22, № S1. — С. 47—48.

Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Оценка эффективности применения наночастиц железа и биодобавок в кормлении карпа // Аграрный научный журнал. — 2018. — № 9. — С. 34—36.

Оценка элементного статуса карпа, выращиваемого на рационе с включением пробиотических препаратов / Е.П. Мирошникова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. — 2022. — № 1. — С. 83—88.

Применение антибиотиков в сельском хозяйстве и альтернативы их использования / М.С. Мирошникова [и др.] // Аграрный научный журнал. — 2021. — № 5. — С. 65—70.

Способ коррекции микробиома кишечника для повышения резистентности организма рыб / А.Е. Аринжанов [и др.]: свидетельство на изобретение RU 2785408 С1, 07.12.2022. Заявка № 2022126844 от 17.10.2022.

Diet Supplemented with Antioxidant and Anti-Inflammatory Probiotics Improves Sperm Quality after Only One Spermatogenic Cycle in Zebrafish / D.G. Valcarce [et al.] // *Model. Nutrients*. — 2019. — Vol. 11 (4). — P. 843.

Dietary of *Lactobacillus paracasei* and *Bifidobacterium longum* improve nonspecific immune responses, growth performance, and resistance against *Vibrio parahaemolyticus* in *Penaeus vannamei* / H.T. Huang [et al.] // *Fish Shellfish Immunol.* — 2022. — Vol. 128. — P. 307—315.

Effects of growth stimulants on the carp microbiome and elemental status / E.P. Miroshnikova [et al.] // *Trace Elements and Electrolytes*. — 2021. — Vol. 38, № 3. — P. 134—135.

*Erdogan Z., Erdogan S., Aslantas O.* Effects of dietary supplementation of synbiotics and phytobiotics on performance, caecal coliform population and some oxidant / antioxidant parameters of broilers // *The Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. — 2010. — № 94 (5). — P. 40—48.

УДК 574.589

## ЛИЧИНКИ ХИРОНОМИД В БИОЦЕНОЗЕ БИОФИЛЬТРОВ РЫБОВОДНЫХ УСТАНОВОК

М.Ф. Хамитова, Д.Е. Сиразиева, С.М. Абрамова

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

E-mail: d.sirazieva@mail.ru

Биофильтры с плавающей загрузкой — самый важный функциональный элемент установки замкнутого водоснабжения (далее УЗВ), состоящий из пластикового резервуара с донной системой аэрации и плавающей загрузкой из пластика. Является изобретением для очистки сточных вод. В них вся масса загрузки находится ниже поверхности воды в ёмкости. В устройствах данного типа применяют в основном мелкозернистую регенерируемую загрузку, а также пластиковые элементы с развитой поверхностью (CoralFish, 2023).

Гидробиоценоз — биологическая система, которая включает популяции разных видов живых организмов, кото-

рые населяют определённый участок водного объекта.

Гидробиоценозы включают гидробионтов разных систематических групп. Для водных организмов среда их обитания является и их внутренней средой, из которой они получают кислород, биогенные элементы и куда выделяют продукты жизнедеятельности (Vseobiology, 2023).

Хирономиды — комары-толкунцы, личинки и куколки которых живут в воде. Личинки хирономид напоминают червей (обычно их называют мотылём), но имеют ложные ножки; достигают длины 2—2,5 см. Личинки разных видов хирономид живут в чистых и загрязнён-

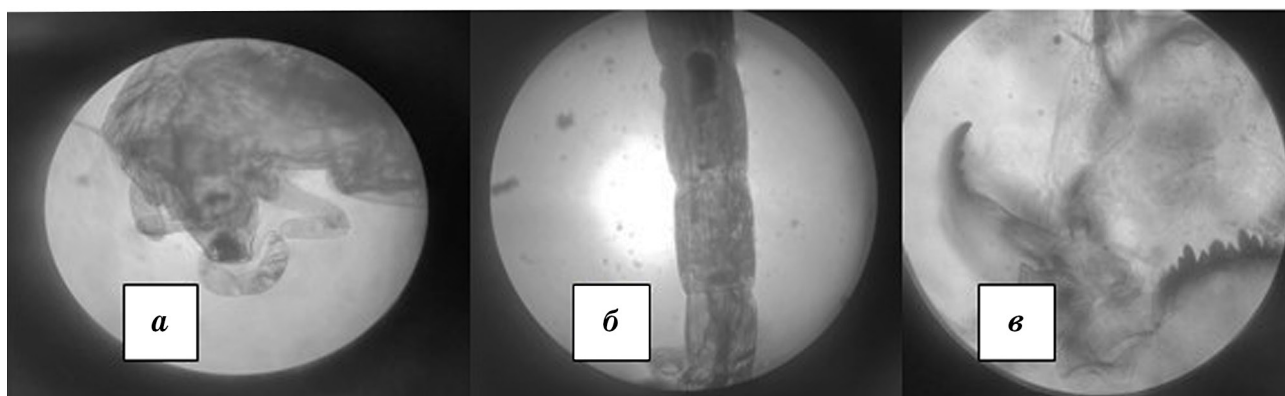


Рис. 1. *Chironomus f. l. thummi* KIEFF

а — задний конец тела; б — 10-й сегмент тела без выростов; в — челюстной аппарат

ных водах, стоячих и проточных, на дне, в зарослях и в толще воды. Продолжительность жизни личинок различная, от нескольких недель до года (Сельскохозяйственная ... , 2023).

Нами было проведено исследование состава, количественных и размерных характеристик личинок хирономид в составе гидробиоценоза биологического фильтра рыбоводной установки на кафедре водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГЭУ». Все встреченные личинки хирономид относились к виду *Chironomus f. l. thummi* KIEFF (см. рис. 1).

*Ch. f. l. thummi* относится к семейству хирономид подотряда длинноусых (комаров) отряда двукрылых насекомых. Представители этого семейства — гетеротипы, большая часть их жизни протекает в воде на стадии личинки и лишь несколько дней — в воздушной среде на стадии имаго. *Ch. f.l. thummi* — вид, обладающий высокой экологической валентностью, позволяющей ему существовать в широком диапазоне факторов среды (Соколов, 1983).

Личинка *Ch. f. l. thummi* ярко-красная, с хорошо развитой головой, тремя грудными и десятью брюшными сегментами. Десятый сегмент тела без боковых выростов. На одиннадцатом сегменте тела две пары прямых отростков с заострёнными концами, которые длиннее задних ножек (Ботвина, 1967). Первый грудной и последний брюшной сегменты несут передние и задние подталкиватели (ложноножки), снабжённые венчиком крючков. Головная капсула жёлтая, гулярно-лабиальный склерит тёмно-коричневый, со светлым участком в середине; затылочный склерит почти чёрный. Внешние зубцы мандибулы тёмные, интенсивность их окраски постепенно уменьшается от верхнего к нижнему хорошо обособленному зубцу; на внутреннем крае обычно 3 шипа, у основания имеется радиальная исчерченность. Премандибула дистально расщеплена на 2 зубца, наружный из которых

уже внутреннего. Добавочные зубцы срединного зубца субментума крупные, хорошо обособлены; боковые зубцы к краям уменьшаются равномерно. Передний край пластинок субментума гладкий. Личинки живут в илу стоячих медленнотекущих водоёмов (Панкратова, 1977).

Материалом для работы послужили пробы, взятые из биофильтра рыбоводной установки с осетровыми видами рыб. В биофильтре определялся объем ила. Отбирались пробы фиксированного объёма, ил процеживался через сито газа № 25. Личинки визуально разделялись на группы по размерным характеристикам, просчитывались и взвешивались. Использовались торсионные и электронные весы с точностью измерения до 0,01 г. Определялись общая длина и ширина головной капсулы.

Пробы отбирались с периодичностью раз в месяц. В период исследований удаление излишнего ила из фильтра проводили еженедельно.

При первом обследовании были выделены следующие размерные группы: 1-я — самые маленькие по размерам личинки, длиной 340—480 мкм; 2-я — длиной 780—884 мкм; 3-я — 960—1 048 мкм; 4-я — 1 050—1 208 мкм. Средняя масса личинок 1-й группы составила — 0,9 мг, 2-й группы — 2,6 мг, 3-й группы — 5,1 мг, 4-й группы — 5,9 мг.

Численность личинок в фильтре составила 5,4 тыс. экз. или 16,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>, общая масса 18,9 г или 57,2 г/м<sup>3</sup>. Наиболее массовой размерной группой была 3-я. Размерная структура представлена на рис. 2.

При втором обследовании были выделены следующие размерные группы: 1-я — самые маленькие по размерам личинки, длиной 540—640 мкм; 2-я — длиной 728—880 мкм; 3-я — 980—1 080 мкм; 4-я — 1 248—1 480 мкм. Средняя масса одной личинки 1-й группы составила — 1,1 мг, 2-й группы — 3,6 мг, 3-й группы — 4,9 мг, 4-й группы — 6,3 мг.



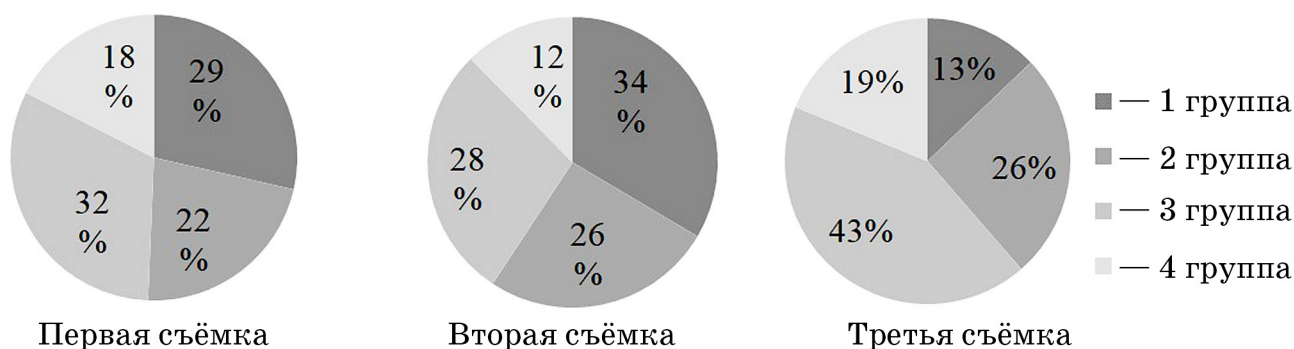


Рис. 2. Размерная структура личинок *Ch. f. l. thummi* в биофилтре установки на кафедре водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Численность личинок в фильтре составила 6,3 тыс. экз. или 19,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>, общая масса 21,7 г или 65,8 г/м<sup>3</sup>. Наиболее массовой размерной группой была 1-я. Размерная структура представлена на рис. 2.

При третьем обследовании были выделены следующие размерные группы: 1-я — самые маленькие по размерам личинки, длиной 336—388 мкм; 2-я — длиной 760—856 мкм; 3-я — 884—1 072 мкм; 4-я — 1 120—1 240 мкм. Средняя масса одной личинки 1-й группы составила — 1,5 мг, 2-й группы — 3,1 мг, 3-й группы — 5,1 мг, 4-й группы — 5,8 мг.

Численность личинок в фильтре составила 3,6 тыс. экз. или 10,908 тыс. экз./м<sup>3</sup>, общая масса — 15,3 г или 46,44 г/м<sup>3</sup>. Наиболее массовой размерной группой была 3-я. Размерная структура представлена на рис. 2.

Известно, что личинки имеют четыре возрастные стадии. Так у *Chironomus f. l. plumosus* личинка 1-го возраста имеет ширину головной капсулы 116—150 мкм, личинка 2-го возраста — 216—286 мкм, личинки 3-го и 4-го воз-

растов схожи, ширина головной капсулы третьей личинки — 408—592 мкм, а четвертой — 788—1 104 мкм (Соколов, 1983).

Среднее значение ширины головной капсулы исследованных личинок представлены в таблице.

Средние значения ширины головной капсулы исследованных личинок

№ съёмки	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
1	33	47,1	49,8	54
2	36	49,2	49,8	52,8
3	32,9	45,6	47,6	50,4

Как видно из таблицы, размеры головных капсул *Ch. f. l. thummi* у разных групп отличались не значительно, не смотря на визуальные отличия, вероятно, нами не были охвачены все возрастные стадии личинок.

Исследование показало, что в условиях биологических фильтров при наличии иловых отложений личинки *Ch. f. l. thummi* развиваются в значительных количествах, их возрастная и размерная структура стабильна во времени.

### Библиографический список

Биофильтр для УЗВ. Орошаемый биофильтр. URL: <http://coralfish.ru/biofiltr-dlya-uzv,-oroshaemyi-biofiltr>.

Гидробиоценозы, их трофическая, видовая и размерная структура. URL: <https://vseobiology.ru/gidrobiologiya/1282-11-gidrobiotsenozy-ikh-troficheskaya-vidovaya-i-razmernaya-struktura>.

Краткий определитель водных беспозвоночных Среднего Поволжья /

М.П. Ботвина, В.Л. Вагин, Х.М. Курбангалиева, Н.А. Порфирьева. — Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 1967. — 252 с.

*Панкратова В.Я.* Семейство Хирономиды // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР: планктон и бентос / Г.Г. Винберг, О.И. Чибисова, Н.С. Гаевская [и др.]; отв. ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. — Л.: Гидрометеоздат, 1977. — С. 371.

*Соколов В.Е.* Мотыль *Chironomus plumosus* L. Систематика, морфология, экология, продукция. — М.: Наука, 1983. — С. 5.

Энциклопедии, словари, справочники. Хирономиды. URL: <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0015/base/RH/000569.shtm>.

УДК 574.5

## МАКРОЗООБЕНТОС ВОДОЁМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЗАИНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РАЙОННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

М.Ф. Хамитова, А.Р. Ахманов

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

Заинское вдхр. было образовано в 1962 г. при строительстве Заинской ГРЭС на р. Степной Зай у г. Заинска в Заинском районе Татарстана (Водные ... , 2019). Нормальный подпорный уровень водохранилища 73 м, площадь — 20,5 км<sup>2</sup>. Объём водохранилища от 34,8 до 63,0 млн. м<sup>3</sup> при длине до 15 км, наибольшей ширине 3,2 км, средней глубине 3,1 м (Заинское ... , 2022).

Макрозообентос — это организмы, обитающие на поверхности грунта и в толще его с размерами крупнее 2 мм (Калайда, Хамитова, 2013). Бентические животные разнообразны: одни ведут прикрепленный образ жизни, другие зарываются в ил или песок, вбуравливаются в камни, третьи — ползают или бегают по дну, четвёртые — плавают в придонных слоях воды и т. д. У этих животных часто хорошо развиты раковины, панцири и другие защитные приспособления, внутренний скелет (если он имеется) может быть массивным. Име-

ют разнообразную окраску, как правило под цвет дна (Калайда, 2008).

Материалом для данной работы послужили пробы макрозообентоса, отобранные в августе 2022 г. в Заинском вдхр. на р. Степной Зай в Заинском районе Республики Татарстан, Россия. Отбор проб производили с 8 станций: 5 станций на участках над сублиторалью и профундалью и 3 в прибрежной зоне (рис. 1).

Температура воды в поверхностном слое варьировала от 26,07 до 27,71 °С, в придонном — от 23,9 до 26,07 °С, температурная стратификация в водоёме слабо выражена. Содержание кислорода в придонных слоях было не ниже 2,3 мг/л. Прозрачность воды составляла от 1,2 до 2,2 м.

В результате проведённого исследования в составе макрозообентоса были встречены 34 вида и формы, из которых 9 видов и форм относились к олигохетам, 8 — к моллюскам, 6 — к личинкам



Рис. 1. Станции отбора проб

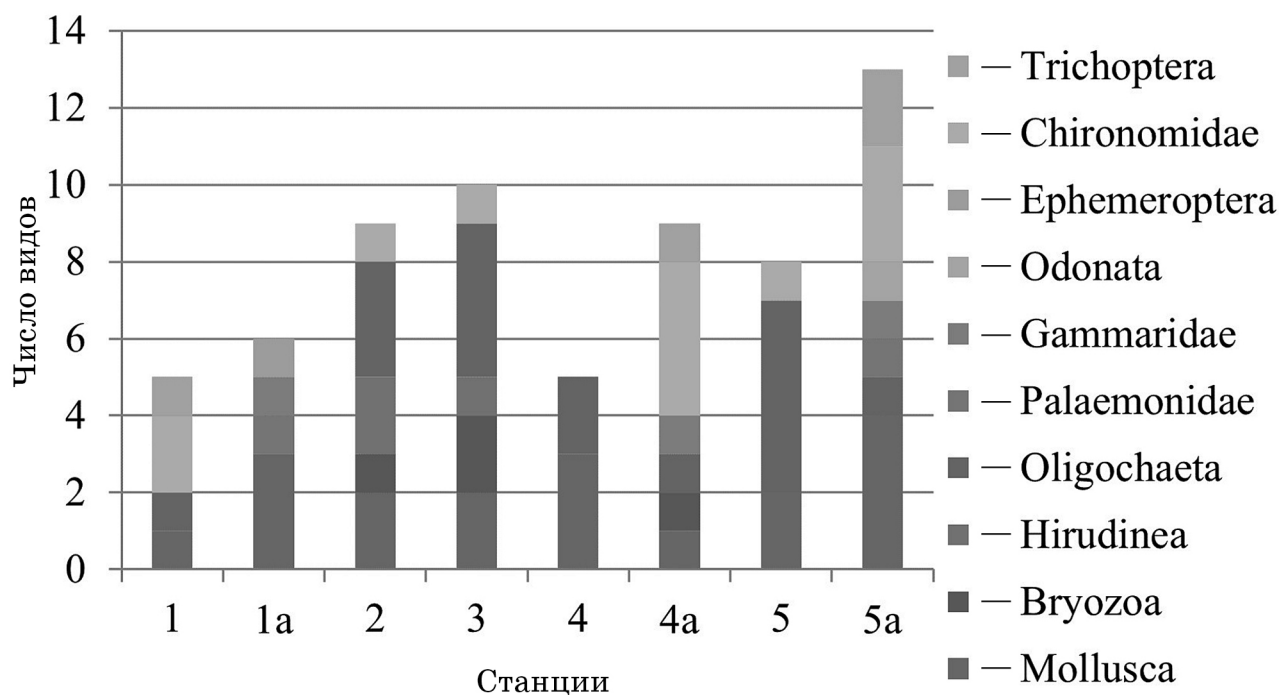


Рис. 2. Число видов и форм представителей макрозообентоса Заинского вдхр. в районе водозабора ЗайГРЭС, по материалам августа 2022 г.

хириномид. Кроме того, в составе макрозообентоса Заинского вдхр. встречались 3 вида ручейников, по 2 вида пиявок и мшанок, а также по одному виду бокоплавов, креветок, стрекоз и подёнок.

Наибольшее видовое разнообразие отмечалось на прибрежной станции ниже по течению водозабора ЗайГРЭС, наименьшее в центральной части канала и на глубоководной станции выше по течению (рис. 2).

По частоте встречаемости преобладающими видами являлись: моллюски *Dreissena polymorpha* (PALLAS, 1771), которые встречались на 6 из 8 станций, личинки хирономид *Limnochironomus* гр. *nervosus* (STAEGGER, 1839), встречавшиеся на 5 станциях, а также моллюски *Dreissena bugensis* (ANDRUSOV, 1897), отмеченные на 4 станциях.

Численность макрозообентоса на всех станциях варьировала от 520 до 3 770 экз./м<sup>2</sup>. Основу численности на всех станциях составляли моллюски *D. polymorpha*. На них приходилось до 37,6 % всей численности макрозообентоса (5 780 экз./м<sup>2</sup>). Среди мягкого зообентоса по численности доминировали оли-

гохеты *Stylaria lacustris* (LINNAEUS, 1767), численность которых была 1 680 экз./м<sup>2</sup>, это 31,7 % численности мягкого макрозообентоса и 10,9 % от общей численности.

На глубоководных станциях (более 2,5 м) численность зообентоса варьировала от 860 до 3 770 экз./м<sup>2</sup>. Основу численности на данных станциях составляли моллюски *D. polymorpha* и олигохеты *S. lacustris*. На прибрежных станциях картина отличалась, здесь численность колебалась от 520 до 2 230 экз./м<sup>2</sup>. Доминировали моллюски *Planorbarius cornutus* (LINNAEUS, 1758), численность которых достигала 1 560 экз./м<sup>2</sup>. Среди мягкого зообентоса наибольшая численность отмечена у личинок хирономид *L. гр. nervosus* — до 580 экз./м<sup>2</sup>.

Биомасса макрозообентоса варьировала от 12,2 до 1 040,5 г/м<sup>3</sup>, на мягкий зообентос приходилось от 0,08 до 57,24 г/м<sup>3</sup>. К доминирующему виду по биомассе среди мягкого зообентоса относились мшанки *Plumatella fungosa* (PALLAS, 1768), их биомасса составляла 56,7 г/м<sup>3</sup> или 79,7 % от биомассы мягкого зообентоса и 2,1 % всей биомассы.

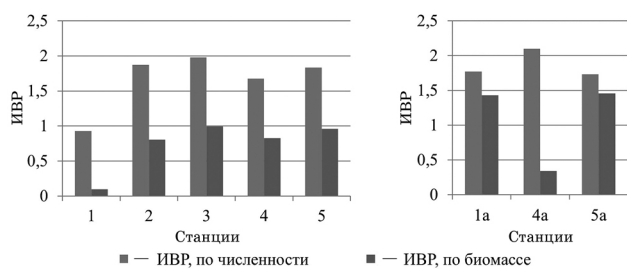


Рис. 3. Индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по численности биомассе макрозообентоса

На глубоководных станциях биомасса зообентоса варьировала от 12,2 до 1 041 г/м<sup>2</sup>. Основу биомассы на данных станциях составляли моллюски *D. polymorpha*. На прибрежных станциях биомасса варьировала от 25,5 до 58,9 г/м<sup>2</sup>, доминировали мшанки *P. fungosa*, с биомассой до 56,2 г/м<sup>2</sup>, также значительный вклад в биомассу мягкого макрозообентоса вносили креветки *Macrobrachium nipponense* (DeHaan, 1849), с биомассой до 8,86 г/м<sup>2</sup>.

Индексы видового разнообразия Шеннона (используются для анализа качества вод) рассчитанные по численности зообентоса варьировали на глубоководных станциях от 0,93 (на Ст. 1) до 1,93 (на Ст. 3), на прибрежных станциях от 1,73 (на Ст. 5а) до 2,1 (на Ст. 4а) (рис. 3). Считается, что при величине

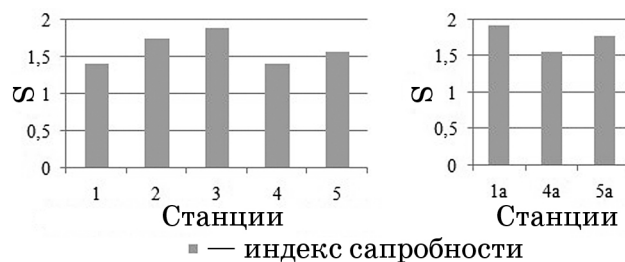


Рис. 4. Индексы сапробности, рассчитанные по индикаторным видам зообентоса

индекса более 3 — воды «чистые», при индексе менее 3, но более 1 — «загрязнённые», а при индексе менее 1 — «грязные» (Wilhm, Dorris, 1968).

По индексам сапробности, рассчитанным по индикаторным видам зообентоса, участок относился к β-мезосапробной зоне и на Ст. 1 и Ст. 4 к олигосапробной зоне (рис. 4).

Таким образом макрозообентос Заинского вдхр. отличается высоким видовым разнообразием, со значительным вкладом в численность и биомассу видов-акклиматизантов. Воды водоема-охладителя Заинской государственной районной электростанции оцениваются как умеренно загрязнённые, исследованный участок относится к β-мезосапробной зоне.

### Библиографический список

Водные ресурсы Заинского района // Святой источник. URL: <https://svyato.info/13396-vodnye-resursy-zainskogo-rayona.html>.

Заинское водохранилище // Татарская энциклопедия Tatarica. URL: <https://tatarica.org/ru/razdely/priroda/gidrograficheskaya-set/vodohranilisha/zainskoe-vodohranilishhe>.

Калайда М.Л. Зоология: конспект лекций. — Казань: Казанский гос. энерг. ун-т, 2008. — Ч. 1. — 108 с.

Калайда М.Л., Хамитова М.Ф. Гидробиология: учеб. пособие для вузов. — СПб.: Проспект Науки, 2013. — 192 с.

Wilhm J.L., Dorris T.C. Biological parametris for water quality enteric // Bioscience. — 1968. — Vol. 18, № 6. — P. 477—480.

УДК 589.4

**РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В МЕЗОТРОФНОМ ВОДОЁМЕ**

А.Е. Чернова, Л.К. Говоркова

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

Вода — самый ценный природный ресурс. Она играет важную роль в обменных процессах, передаче возбудителей многих инфекций (преимущественно кишечных), составляет основу жизнедеятельности (Авдеева, 2007). Загрязнение водоёмов оказывает сильное влияние на водную микробиоту, изменяет её количество и качество. В этих условиях бактерии как индикаторы приобрели неопределимое значение, позволяющее выявлять различные источники и виды антропогенных воздействий. Среди основных видов бактерий гетеротрофные бактерии, участвуют в самоочищении водоёмов за счёт потребления органического вещества. Бактерии водоёмов осуществляют процессы минерализации органического вещества и взаимопревращения азота, фосфора, железа, марганца и других соединений химических элементов. Они участвуют в синтезе и разложении органических соединений, которых используют фитопланктон и зоопланктон в виде кормовых организмов (Новикова, 1991).

Развитие городов, промышленности, интенсификация сельского хозяйства, улучшение культурных и бытовых условий жизни человека приводят к большой нагрузке на водоснабжение. Любой водоём с учётом факторов внешней среды имеет сложную систему. Физико-химические измерения могут только оценить качество воды в это время. Прежде всего, антропогенный фактор, особенно воздействие загрязнения, может влиять на видовой состав водных сообществ и соотношение видов, входящих в их состав (Микробиота водной среды ... , 2021).

Бактерии входят в состав ультрапланктона, в который входят организмы размером до 5 мкм. Бактерии, в том чис-

ле растворенное органическое вещество и непищевой фитопланктон в процессе производства, участвуют в формировании питательной ценности детрита и тем самым играют важную роль в процессе трофической динамики (Новикова, 1991).

Исследования водной среды одного из озёр в черте города показали, что озеро является мезотрофным. Оно выступает в качестве водоёмом-охладителем для рабочей зоны тепловой электроцентрали. Исследование проводилось на трёх заранее выбранных позициях: водозабор, водосброс и вход в озеро по физико-химическим показателям, а качество воды оценивалось по микробиологическим характеристикам.

Озеро расположено в центре города и простирается с юго-востока на северо-запад. Смешанное озеро имеет прямоугольную форму и является самой большой системой озёр в городе. Общая длина 3,7 км, средняя глубина около 7,6 м, максимальная глубина 19,0 м. Средняя ширина 346 м, максимальная ширина 560 м. Береговая линия характеризуется глубокими заливами, северо-восточное побережье имеет большое количество мелководий и заболоченных мест, юго-западное побережье крутое, местами обрывистое, здесь много промышленных предприятий и жилых домов.

Важными физико-химическими характеристиками, определяющими качество водной среды, в которой обитают гидробионты, являются температура, кислород,  $pH$ , солёность, содержание органических веществ. Одним из методов определения качества пластовой воды также является бактериологический. Он определяет вероятность обнаружения в воде сапрофитных и патогенных

микроорганизмов. Чаще всего для оценки качества воды используют общее микробное число. В водопроводной воде количество микроорганизмов не должно превышать 100 по ГОСТу. Санитарными бактериологическими показателями качества воды также является количество колиформных бактерий. Они являются постоянными обитателями кишечника человека и животных и постоянно выделяются в больших количествах во внешнюю среду. Наличие в воде колиформных бактерий свидетельствует о её органическом загрязнении, а по его количеству можно судить о степени этого загрязнения. Исследования воды озера проводились по общепринятым методикам (Аникиев, 1983; Санитарно-микробиологический ... , 2005).

Результаты исследований физико-химических характеристик водной среды охладителя озёрного водохранилища в районе эксплуатации ТЭЦ показывают, что показатели содержания кислорода и температуры водного объекта на пункте отбора проб воды находятся в своих среднемесячных нормах. Средняя температура весной находится в пределах 14 °С, максимальная темпе-

ратура 22 °С. Летом средняя температура находится в пределах 28 °С, а максимальная 36 °С. Средняя температура осенью находится в пределах 18 °С, а самая высокая температура составляет 26 °С. Поскольку в это время кислород смешивается с кислородом атмосферы, кислородный индекс устья озера выше двух других показателей. Кислород колеблется от 4 до 13 мг/м<sup>3</sup>. По микробиологическим характеристикам результаты исследований водной среды водоёма-охладителя в районе эксплуатации тепловой станции показывают, что водоём соответствует среднему по трофности району. Из-за высокой температуры воды летом количество кишечных палочек больше, чем весной и осенью. Количество сапрофитных бактерий находится в пределах 1 983—42 646 кл/мл, а значение колиформных бактерий находится в пределах 995—2 748 кл/мл.

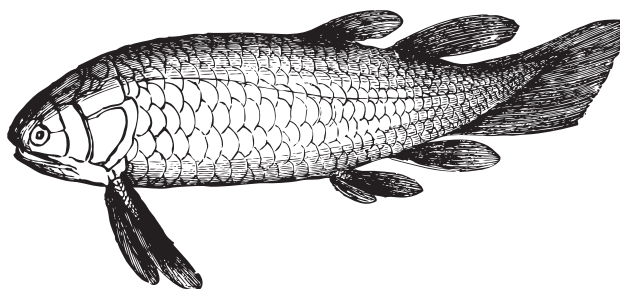
Таким образом, микроорганизмы играют важную роль в процессах, происходящих в водоёмах, они быстро реагируют на изменение условий среды, служат индикатором качества воды и состояния водоёмов.

### Библиографический список

- Авдеева Е.В.* Ветеринарно-санитарная экспертиза рыб: учеб. пособие. — Н. Новгород: Вектор-Тис, 2007. — 104 с.
- Аникиев В.В., Луковская К.А.* Руководство к практическим занятиям по микробиологии. — М.: Просвещение, 1983. — 127 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.
- Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов (МУК 4.2.1884-04): метод. указания. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. — 75 с.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

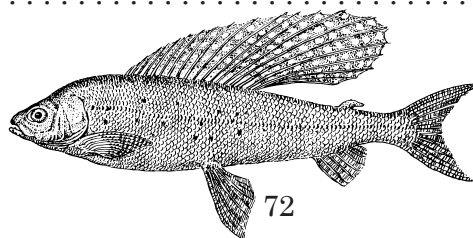
- А**  
Абрамова С.М. 62  
Абрамчук А.В. 4, 7  
Агеев Д.С. 11  
Андреева И.А. 14, 47  
Анцупова А.М. 36, 43  
Ахманов А.Р. 66
- Б**  
Баранов В.Г. 18  
Бекбергенова В. 52  
Борисова С.Д. 45, 49  
Борисова С.О. 43
- Г**  
Герасимова В.А. 21  
Гивлюд Н.Н. 24  
Говоркова Л.К. 18, 69
- И**  
Исковских Н.А. 29
- К**  
Казаева В.И. 39  
Калашникова Т.С. 32  
Каширина А.А. 14  
Козуб М.А. 4, 7, 32  
Комарова С.Н. 24, 36  
Кошелева Е.Е. 43
- Л**  
Лучинский Д.Э. 39
- М**  
Манафова С.Н. 4  
Марков А.Д. 43  
Медведева А.С. 45  
Москул Г.А. 55
- П**  
Пашинова Н.Г. 4, 7  
Прошкина О. 14, 47
- Р**  
Рыба О.В. 7
- С**  
Сабирова А.Б. 59  
Сиразиева Д.Е. 62  
Стихина В.В. 52  
Стуков А.В. 55
- Т**  
Телоницкая А.С. 52  
Трубникова Е.Г. 59
- Ф**  
Филипенко А.А. 14, 47
- Х**  
Хамитова М.Ф. 62, 66
- Ч**  
Чернова А.Е. 69





## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Абрамчук А.В., Пашинова Н.Г., Козуб М.А., Манафова С.Н.</b> Предварительные результаты формирования маточных стад тилапии в условиях научно-производственного центра «Перспективные технологии в аквакультуре» КубГУ . . . . .	4
<b>Абрамчук А.В., Пашинова Н.Г., Козуб М.А., Рыба О.В.</b> Культивирование чёрной львинки в условиях научно-производственного центра «Перспективные технологии в аквакультуре» КубГУ . . . . .	7
<b>Агеев Д.С.</b> Радужная форель как объект аквакультуры . . . . .	11
<b>Андреева И.А., Каширина А.А., Прошкина О., Филипенко А.А.</b> Влияние мелiorации на естественное воспроизводство водных биоресурсов в реке Донская Царица . . . . .	14
<b>Баранов В.Г., Говоркова Л.К.</b> Оценка качества среды обитания рыб по микробным сообществам . . . . .	18
<b>Герасимова В.А.</b> Биологическая роль цинка в организме рыб . . . . .	21
<b>Гивлюд Н.Н., Комарова С.Н.</b> Биологическая характеристика азиатской корюшки ( <i>Osmerus mordax dentex</i> ) из реки Сусуя . . . . .	24
<b>Исковских Н.А.</b> Проблемы безопасности наноматериалов в водной среде . . . . .	29
<b>Козуб М.А., Калашникова Т.С.</b> Накопление приоритетных загрязнителей серебряным карасём реки Меклета . . . . .	32
<b>Комарова С.Н., Анцупова А.М.</b> Некоторые биологические показатели черноморской ставриды [ <i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> (ALEEV, 1956)] северо-восточной части Чёрного моря (район г.-к. Анапа) . . . . .	36
<b>Лучинский Д.Э., Казаева В.И.</b> Обзор программных средств используемых в аквакультуре . . . . .	39
<b>Марков А.Д., Анцупова А.М., Кошелева Е.Е., Борисова С.О.</b> Влияние различной концентрации хлорида натрия на физиологическое состояние молоди австралийского красноклешнёвого рака <i>Cherax quadricarinatus</i> . . . . .	43
<b>Медведева А.С., Борисова С.Д.</b> Аквапоническое выращивание лекарственных растений . . . . .	45
<b>Прошкина О., Филипенко А.А., Андреева И.А.</b> Влияние антропогенной нагрузки на эколого-гидрологическое состояние реки Иловля в границах Волгоградской области . . . . .	47
<b>Сабирова А.Б., Борисова С.Д.</b> Выбор субстрата для аквапонического выращивания листового салата . . . . .	49
<b>Стихина В.В., Телоницкая А.С., Бекбергенова В.</b> Содержание в искусственных условиях <i>Neocaridina davidi</i> 'Red' . . . . .	52
<b>Стуков А.В., Москул Г.А.</b> Состояние производителей судака в бассейне реки Кубань в многолетнем аспекте . . . . .	55
<b>Трубникова Е.Г.</b> Использование бифидобактерий в кормлении рыб . . . . .	59
<b>Хамитова М.Ф., Сиразиева Д.Е., Абрамова С.М.</b> Личинки хирономид в биоценозе биофильтров рыбоводных установок . . . . .	62
<b>Хамитова М.Ф., Ахманов А.Р.</b> Макрозообентос водоёма-охладителя Заинской государственной районной электростанции . . . . .	66
<b>Чернова А.Е., Говоркова Л.К.</b> Роль микроорганизмов в мезотрофном водоёме . . . . .	69
<b>Авторский указатель</b> . . . . .	71



*Научное издание*

## **ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ**

Материалы IV Всероссийской  
научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых учёных

*Материалы печатаются в авторской редакции.*

---

Подписано в печать 23.11.23. Выход в свет 27.11.23.

Печать цифровая. Формат 84×108<sup>1/16</sup>.

Бумага тип. № 1. Гарнитура «Century Schoolbook». Уч.-изд. л. 9,1.

Тираж 200 экз. Заказ № 5492.

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

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