

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФГБОУ ВО «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Н.И. ВАВИЛОВА»**

**VI Национальная  
научно-практическая конференция**

**СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ  
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Санкт-Петербург, 6-7 сентября 2021 г.**

УДК 639.3:639.5  
ББК 47.2  
С23

Редакционная коллегия:  
Васильев А.А., Кузнецов М.Ю., Руднева О.Н., Сивохина Л.А.

Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы VI национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 6-7 сентября 2021 г. / под ред. А.А. Васильева; Саратовский ГАУ. – Саратов: Амирит, 2021. – 175 с.

ISBN 978-5-9758-1707-5

В сборнике материалов VI национальной научно-практической конференции приводятся результаты исследования по актуальным проблемам аквакультуры, в рамках решения вопросов продовольственной безопасности, ресурсосберегающих технологий производства рыбной продукции и импортозамещения. Для научных и практических работников, аспирантов и обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 35.00.00 сельское, лесное и рыбное хозяйство.

Статьи даны в авторской редакции в соответствии с представленным оригинал-макетом.

**Сборник подготовлен и издан при финансовой поддержке**  
**ООО «Рыбоводные фермы УЗВ»**  
**<http://U-Z-V.RU>**  
**Генеральный директор ...**

ISBN 978-5-9758-1707-5

© ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021

УДК: 639.3.06

## ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МУКСУНА В САДКАХ

Ю.В. АРЕФЬЕВА, О.А. ГУРКИНА, И.А. КИТАЕВ

*Yu.V. AREFIEVA, O. A. GURKINA, I.A. KITAEV*

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.  
Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье представлены результаты анализа качества воды озера Суходольское для разведения сиговых рыб.

**Ключевые слова:** авакультура, сиговые, муксун, садки, качество воды, содержание кислорода, гидрохимия.

**Abstract.** The article presents the results of the analysis of the water quality of Lake Sukhodolskoye for breeding whitefish.

**Key words:** avaculture, whitefish, muksun, cages, water quality, oxygen content, hydrochemistry.

В современных условиях уменьшения объёмов промышленной добычи рыбы и увеличения численности населения в целом мире насыщать потребительский рынок рыбной продукцией возможно только за счёт аквакультуры [3,6]. Этот сектор экономики активно развивается во многих странах мира. По данным ФАО, в общемировом объёме пищевой рыбы на долю выращиваемых биообъектов приходится почти половина [4].

Сиг-муксун *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) относится к группе полупроходных сигов. Распространен в бассейнах северных рек Сибири. Нагуливается в приустьевых участках рек. Является объектом пастбищного рыбоводства и начинает постепенно осваиваться в садковых хозяйствах Северо-Запада России, в Финляндии и других странах Европы. Положительно относится к слабосоленым морским водам [3].

Тело муксуна удлиненное и сжато с боков. За головой оно несколько возвышается и затем плавно переходит в туловищный отдел. Окраска муксуна типичная для сиговых: темная спина, серебристые бока и очень светлое брюшко. В зависимости от климатических условий половозрелым муксун становится в возрасте 5-10 лет [2]. С условиями обитания связана и его плодовитость, величина которой колеблется в пределах 9-167 тыс., в среднем около 50 тыс. икринок. Нерестится муксун в реках при температуре воды 4.0-1.0 °С. В северных районах нерест обычно начинается в сентябре, а в южных — в ноябре и продолжается около двух недель. Нерестилища муксуна

расположены на перекатах с галечногравийными и крупнопесчаными грунтами. Известна двухлетняя периодичность полового цикла муксуна [5].

Массовый выклев личинок обычно наблюдается в апреле при температуре воды 3-4 °С. Их линейные размеры колеблются в пределах 4.5-6.5 мм при массе тела 4-6 мг. Выклюнувшиеся личинки течением воды постепенно сносятся в устьевые участки рек. К этому времени формируется их кормовая база и они начинают активно питаться. При достижении длины тела 44-65 мм молодь муксуна размещается в дельте рек и продолжает активно питаться. Качественный состав пищи молоди постепенно изменяется. В начале преобладают мелкие формы зоопланктона, затем появляются более крупные ракообразные и представители донной фауны. Пища взрослого муксуна более разнообразна [7]. Ее основу составляют мизиды, гаммарусы, моллюски, полихеты и личинки насекомых. В зимний период взрослый муксун предпочитает питаться крупными представителями зоопланктона.

В природных условиях муксун относится к медленнорастущим видам сиговых. В возрасте 2+ масса тела муксуна 34-41 г, 3+ — 62-332 г, 4+ — 65-379 г, 8+ — 360-1410 г, 10+ — 615-2185 г и более. В реке Енисей раньше встречались рыбы до 8 кг, а в Гыданской губе был выловлен муксун длиной 94 см и массой 13.8 кг [8].

При выращивании муксуна обеспечиваются достаточно высокие выживаемость и рыбопродуктивность.

Преимуществом муксуна как объекта садкового рыбоводства является возможность его выращивания как в пресных, так и в морских (до 10 ‰) водах. Наряду с этим муксун интенсивно питается и растет при очень низких температурах воды (до 1.0 °С). При этом муксун эффективно использует на рост ассимилированную пищу. Во время интенсивного роста вещество усвоенной части пищи до 37 % используется на рост.

Муксун считается ценной промысловой рыбой, деликатесом. Мясо муксуна очень нежное и жирное, почти без межмышечных костей. Особенно хорош муксун в малосольном виде. Свежего муксуна нужно всего лишь присыпать солью на час, полтора. Также это один из видов, используемых для строганины.

При разведении рыб, в частности сиговых очень важным является качество водной среды. О качестве водной среды обычно судят по величинам гидрохимических показателей, знание которых позволяет многосторонне оценить абиотические условия и получить представление о возможностях развития биоты.

Температура воды является одним из важнейших показателей для пойкилотермных организмов. Известно, что температура тела рыб сходна с температурой воды, в которой они обитают. Экологический диапазон температурных условий в онтогенезе сигов колеблется в пределах от 0.1 до 23.0 °С. Для нормального развития его эмбрионов температура воды не должна выходить за пределы 0.1-7.0 °С. Личинки сигов нормально развиваются в

температурном диапазоне 7.0-12 °С, а для старших рыб температурный оптимум колеблется в пределах 12-18 °С.

Изменения температуры даже в пределах экологического диапазона оказывают влияние на интенсивность процессов метаболизма, скорость роста и развития, на сроки полового созревания и время нереста сигов.

При снижении температуры воды даже в благоприятном интервале замедляется интенсивность дыхания и сокращается скорость роста. При повышении температуры наблюдаются обратные явления

Газовый режим. Формирование газового режима в водоеме осуществляется через физическое взаимодействие водной среды с атмосферой, микробиологические и биохимические процессы, фотосинтез, дыхание и другие механизмы.

Кислород. Это очень лабильный компонент водной среды водоемов. Его содержание в воде в основном обеспечивается за счет диффузии из атмосферы. Сиги нормально развиваются при содержании растворенного в воде кислорода больше 5.5 мг/л. Его оптимальная величина для нормальной жизни рыб колеблется в пределах 7-10 мг/л. Критическая концентрация  $O_2$  для сигов 3-4 мг/л, а летальная меньше 1.3 мг/л.

Углекислый газ. Один из конечных продуктов метаболизма организмов. Его содержание в воде в пределах 5-20 мг/л безопасно для жизни рыб. Значительное увеличение  $CO_2$  выше 20 мг/л угнетает газообмен рыб и может привести к их гибели. Высокому содержанию  $CO_2$  могут способствовать большие плотности посадки рыб, слабая проточность садков, обилие водорослей, в том числе на деляных стенках, поступление органических соединений извне.

Сероводород в природных водах олиготрофных и мезотрофных водоемов практически не встречается, но может образовываться в придонных слоях воды при длительном функционировании садковых хозяйств. Опасность даже незначительных количеств  $H_2S$  для рыб заключается в его угнетающем действии на способность тканей усваивать кислород. Кроме того, на его окисление требуется значительное количество кислорода (на 1 мг  $H_2S$  требуется 2.5 мг  $O_2$ ), что может способствовать появлению заморных явлений. Аммиак, конечный продукт метаболизма организмов, весьма опасен для жизни рыб. В водоемах образуется при минерализации органического вещества. Предельно допустимая концентрация аммиака для рыбохозяйственных водоемов — 0.05 мг/л. Его токсичность возрастает при увеличении рН. В сильнощелочной среде (рН выше 8.0) возможно возникновение у выращиваемых рыб токсикозов.

Наряду с изучением термического и газового режимов общую оценку водной среды можно получить при определении показателей рН, цветности и прозрачности воды, содержания взвешенных и органических веществ. Активная реакция воды (рН). По изменениям величины этого показателя можно судить о концентрации свободных ионов и оценивать их динамику в сторону кислотности или щелочности водной среды. Его величина зависит от

соотношения концентраций двуокиси углерода (диоксида углерода) и бикарбонатов. Для сиговых особенно опасно увеличение рН, показывающее нарастание щелочности воды. Известно, что при рН более 8.0 замедляется скорость роста рыб, а у эмбрионов нарушается процесс морфогенеза. Выклюнувшиеся личинки сигов чаще всего нежизнеспособны. При рН более 9.0 возможно возникновение некроза жаберного аппарата и гибель рыб. Оптимальная величина рН для сиговых 6.5-7.5.

Прозрачность вод зависит от количества взвешенных в них минеральных и органических частиц различного происхождения. Весной — минерало-органические смеси паводковых вод, летом — массовое развитие водорослей, осенью — взмученные минеральные компоненты, зимой — окисление отмирающих водорослей. При низкой прозрачности вод содержащиеся в них минеральные и органические компоненты могут обволакивать оболочки икринок и развивающийся жаберный аппарат личинок, нарушать процесс газообмена молоди и более старших рыб. Малая прозрачность вод может угнетать поисковую активность молоди и взрослых рыб. Для сигов прозрачность вод должна быть не менее 2 м, а для икры и личинок — не менее 3 м по диску Секки.

Цветность вод в основном определяется содержанием веществ гумусового происхождения. Чаще всего это болотные воды водосборов, которые формируют цвет воды в озерах, реках и других водоемах. Цветность до 30 градусов считается технологической нормой. Однако по многолетним наблюдениям известно, что в северных водоемах, имеющих болотное питание, цветность воды даже до 200 градусов не оказывает негативного влияния на результаты выращивания рыбы в садках. Рыбоводам же следует знать, что при большой цветности воды зрительный рецептор у рыб работает менее эффективно, чем в прозрачной воде, поэтому снижается активность поиска пищи в природных условиях.

Взвешенные вещества могут оказаться весьма опасными для выращиваемых рыб. Они в основном представлены взвесями взмученного грунта и детрита, способными при большом содержании (50-100 мг/л) обволакивать оболочки икринок, жаберный аппарат личинок и даже мальков. Взвесь также затрудняет дыхание и питание взрослых рыб. Снижая прозрачность воды, она сокращает роль зрительных рецепторов в поиске и добыче пищи и тем самым отрицательно сказывается на росте рыб. Содержание взвешенных веществ в рыбохозяйственных водоемах, особенно в тех, где осуществляется рыбоводство, не должно превышать 10 мг/л. Органические вещества в водной среде, состоящие из неразложившихся остатков растительных и животных организмов, продуктов их трансформации и преобразования, находятся в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях, образующих динамическую систему, в которой под воздействием физических, химических и биологических факторов непрерывно осуществляются переходы из одного состояния в другое. Увеличение их содержания или нарушение процессов трансформации может привести к

образованию сероводородных зон, дефициту кислорода, избытку углекислоты и даже к нарушению биологического статуса водоемов, что может проявляться в ускорении их эвтрофирования.

**Экспериментальные работы** проводились ООО «Форват. Центр технологий разведения сиговых рыб. Сиговый питомник. Садки установлены на озере Суходольское. Это озеро в Приозерском районе Ленинградской области на севере Карельского перешейка. Является частью озёрно-речной системы Вуокса.

**Цель исследований** заключалась в изучении качества воды для выращивания муксуна. Для изучения гидрохимического состава воды использовали общепринятые методики [1,9].

Результаты изучения физико-химических показателей водной среды приведены в таблице 1.

Температура воды колебалась от 14,5 °С до 16 °С, что соответствовало оптимальным значениям для содержания молоди муксуна.

Таблица 1 -Химические показатели воды

Определяемый показатель	Фактические данные	Требования ОСТ 15.372.87
Водородный показатель, ед. рН	7,3	7,0-8,0
Кислород, мг/л	9,2	Не менее 9,0
Цветность, градусы	25	30,0
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,07	0,50
Азот нитритов, мг/л	0,01	0,05
Азот нитратов, мг/л	0,67	1,0
Фосфаты, мг/л	0,01	0,3
Железо общ., мг/л	0,1	0,1
Сероводород, мг/л	0	0
Взвешенные вещества, мг/л	4,2	10,0
Диоксид углерода растворенный, мг/л	3,0	10,0

В период наших исследований содержание растворенного кислорода в воде было 9,2 мг/л. Водородный показатель воды находился на уровне 7,3. Содержание азота аммонийных соединений, азота нитритов и нитратов, не выходило за границы допустимых значений. Взвешенные вещества составили 4,2 мг/л, а содержание общего железа - 0,1 мг/л. Сероводород в воде отсутствовал. Диоксид углерода растворенного составлял 3,0 мг/л. Результаты исследований свидетельствуют о том, что все показатели воды озера Суходольское в период опыта были стабильны и отвечали требованиям ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы» для выращивания сиговых рыб.

### Список литературы:

1. Алекин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши/ О.А. Алекин, А.Д. Семенов, Б.А.Скопинцев. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 266 с.
2. Васильев А.А. Влияние гуминовых кислот кормовой добавки «Reasil humic vet» на рост и выживаемость ранней молоди муксуна / Васильев А.А., Поддубная И.В., Китаев И.А., Стуклова Ю.А. // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Материалы IV национальной научно-практической конференции. 2019. С. 56-60.
3. Васильев А.А. Влияние рыбоводных процессов на гидрохимические и микробиологические показатели воды/ А.А. Васильев, И.В.Поддубная, О.А. Гуркина, Ю.Д. Фадеева // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Материалы IV национальной научно-практической конференции. 2019. С. 49-55.
4. Васильева Л.М. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Российской Федерации//Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. № 1, 2015. С. 18-23.
5. Зайцев В.Ф. Искусственное воспроизводство муксуна *Coregonus muksun* (Coregonidae) в бассейне реки Иртыш. Проблемы и перспективы / В.Ф. Зайцев, Е.В. Егоров, А.К. Матковский, Е.А. Интересова, Л.А. Шиповалов// Вопросы рыболовства, 2019. Том 20. №4. С. 482–496
6. Котельникова Е.А. Современное развитие аквакультуры в России /Е.А. Котельникова, И.В.Поддубная // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. 2016. С. 56-60.
7. Кузнецов В.В. Ленский муксун как перспективный объект рыбоводства и акклиматизации/ В.В. Кузнецов// Вопросы рыболовства. 2012. Том 13. №: 2 (50) С. 294-306.
8. Литвиненко А. И. Современное состояние и проблемы восстановления запасов сиговых рыб Обь- Иртышского бассейна / А. И.Литвиненко, Я. А. Капустина, А. К. Матковский, С.М. Семенченко // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. 9 межд. науч.-производ. совещание. Тюмень, 2016. С. 57–60.
9. Требования к составу воды рыбоводных водоемов [Электронный ресурс] URL: [https://rosagroportal.ru/article/current/473/kakie\\_vodoemy\\_prigodny\\_dlya\\_ryborazvedeniya](https://rosagroportal.ru/article/current/473/kakie_vodoemy_prigodny_dlya_ryborazvedeniya) (Дата обращения 25.08.2021)

## ФИТОБИОТИЧЕСКАЯ КОРМОВАЯ ДОБАВКА В РАЦИОНЕ КАРПА

А.Е. АРИНЖАНОВ, Е.П. МИРОШНИКОВА, Ю.В. КИЛЯКОВА

A.E. Arinzhanov, E.P. Miroshnikova, Y.V. Kilyakova

*Оренбургский государственный университет*

Orenburg State University

**Аннотация.** Растительные природные соединения содержат различные фенольные, алкалоидные, полифенольные, полипептидные и другие соединения, многие из которых являются эффективными альтернативами антибиотикам, химическим веществам, вакцинам и другим синтетическим соединениям применяемых в аквакультуре.

**Ключевые слова:** кормление, фитобиотики, карп, экстракты растения, микробиом

**Abstract.** Natural plant compounds contain various phenolic, alkaloid, polyphenolic, polypeptide and other compounds, many of which are effective alternatives to antibiotics, chemicals, vaccines and other synthetic compounds used in aquaculture.

**Key words:** feeding, phytobiotics, carp, plant extracts, microbiome

В настоящее время растет число исследований, посвященных поиску альтернатив антибиотикам с аналогичными противомикробными и стимулирующими эффектами, не вызывающей бактериальной резистентности. В последние годы в зарубежных странах в качестве замены антибиотиков находят применение в кормление сельскохозяйственных животных растительные природные соединения (фитобиотики) [7]. Исследования показали, что фитобиотики положительно влияют на рост и здоровье животных и часто применяются в виде эфирных масел и экстрактов [2]. Подтверждена способность фитобиотиков влиять на «кворум сенсинг» (QS) бактерий [6].

Цель работы - изучение влияния фитобиотической кормовой добавки экстракта коры дуба (*Quercus cortex*) на рост и развитие карпа.

**Материалы и методика исследования.** Исследования были проведены в условиях аквариумного стенда кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета. Объектом исследований являлись годовики карпа, выращенные в условиях ООО «Оренбургский осётр» (г. Оренбург). Для проведения исследований методом аналогов были сформированы 4 группы (n=20): контрольная группа получала основной рацион (ОР), I опытная – ОР + экстракт коры дуба (1 мг/кг корма), II

опытная – ОР + экстракт коры дуба (2 мг/кг корма), III опытная – ОР + экстракт коры дуба (3 мг/кг корма).

В качестве основного рациона был использован корм КРК-110-1 производства ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» (г. Оренбург).

Лабораторный анализ профильтрованного растительного экстракта *Quercus cortex* проведён с использованием метода хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе с масс-селективным детектором GQCMS 2010 Plus («Shimadzu», Япония), на колонке HP-5MS. При интерпретации результатов исследований использовалось программное обеспечение GCMSolutions («Shimadzu», Япония), GCMSPostRunAnalysis («Shimadzu», Япония), для идентификации соединений использовался набор библиотек спектров CAS, NIST08, Mainlib, Wiley9 и DD2012 Lib (Национальный институт стандартов и технологий, США). В экспериментах была использована смесь веществ выделенных из экстракта коры дуба (*Quercus cortex*) и синтезированных химическим путем: 4-пропил-1,3-бензолдиол (пропилрезорцин), 4-гидрокси-3-метоксибензальдегида (ванилин), 4-(3-гидрокси-1-пропенил)-2-метоксифенол (конифероловый спирт), 7-гидрокси-6-метокси-2H-1-бензопиран-2-он (кумарин), 2H-1-бензопиранон-2 (скополетин), 3,4,5-триметилгидросифенол (антиарол).

В ходе эксперимента суточную норму кормления определяли в количестве 3 % от массы рыб. Кормление подопытной рыбы осуществлялось 3 раза в сутки. Контроль живой массы проводился еженедельно, путем индивидуального взвешивания утром, до кормления ( $\pm 1$  г).

Для оценки микробиома рыб, были взяты образцы содержимого кишечника. ДНК выделен и очищен по модифицированной методике. Для построения спектров оптической плотности и оценки чистоты препарата ДНК (по OD260/OD280) использован спектрофотометр NanoDrop («Thermo Scientific», США), для измерения концентрации (нг/мкл) — флуориметр Qubit 2.0 («Invitrogen/Life Technologies», США). Концентрация ДНК измерялся 3-кратно: после выделения ДНК, после первой полимеразной цепной реакции (ПЦР) со специфичными 16S прокариотическими праймерами и после второй ПЦР с адаптерами и индексами протоколов Nextera XT. Анализ микрофлоры был осуществлен методом метагеномного секвенирования (Illumina MiSeq, «Illumina», США) с набором реагентов MiSeq® Reagent Kit v3 (600 cycle). Для биоинформатической обработки результатов была использована программа PEAR (Pair-End AssembleR, PEAR v0.9.8).

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного пакета «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Проверка соответствия полученных данных нормальному закону распределения определялась при помощи критерия Колмогорова.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследований отклонений от нормы по поведению и внешним признакам у рыб обнаружено не было. Сохранность рыб во всех группах составила 100 %. Включение в рацион карпа экстракта коры дуба положительно отразилось на росте и развитии рыб. Так, на 2 недели

эксперимента зафиксировано повышение массы рыбы при дозировке 1 мг/кг корма - на 11 %, 2 мг/кг - на 12,3 % и при дозировке 3 мг/кг - на 10 %, относительно контроля.

На 3 неделе динамика роста рыб сохранилась, и разница с контрольной группой составила 10,6 % (I группа), 12,6 % ( $P < 0,05$ , II группа) и 8 % (III группа). На 4-5 неделе выявили наилучшие показатели при концентрациях экстракта коры дуба 1 и 2 мг/кг корма: на четвертой недели констатировали повышение массы на 10 % и 13,5 % ( $P < 0,05$ ), а на пятой недели на 7,9 % и 10,7 % ( $P < 0,05$ ) относительно контроля, соответственно. Полученные данные повышения роста рыб согласуются с литературными данными [1, 4], и связано в первую очередь со снижением общей бактериальной нагрузки и подавлением патогенных микроорганизмов, а также прямой модуляции иммунной системы. Установлено, что грамположительные бактерии, более чувствительны к фитогенным соединениям богатых фенольными соединениями и таниноподобными веществами, в том числе кора дуба [3, 5].

Анализ микробиоценоза кишечника рыб показал, что в контрольной группе преобладали преимущественно представители *Fusobacteria*, *Verrucomicrobia* и *Proteobacteria*. Среди семейств *Fusobacteriaceae*, представлены анаэробные, грамотрицательные, неспорообразующие бактерии (34,98 % от общего числа) и *Verrucomicrobiaceae* (29,76 %) – грамотрицательные микроорганизмы. Также в контроле были представлены такие семейства как *Xanthobacteraceae*, *Hyphomicrobiaceae*, *Aeromonadaceae* и *Streptococcaceae*. Среди родов преобладал *Cetobacterium* (33,87 %) – грамотрицательные, плеоморфные, неспорообразующие, палочковидные бактерии; *Luteolibacter* – грамотрицательные бактерии; *Lactococcus* – грамположительные, неподвижные кокки; *Aeromonas* – грамотрицательная палочковидная бактерия, являющаяся условным патогеном рыб.

При добавлении в рацион экстракта коры дуба в количестве 1 мг/кг корма, преобладали представители семейств *Fusobacteriaceae*, *Verrucomicrobiaceae*, *Xanthobacteraceae*, *Hyphomicrobiaceae* и *Streptococcaceae*. Наиболее многочисленные рода были представлены *Cetobacterium* (30,27 %) и *Luteolibacter* (25,72 %).

При добавлении в рацион экстракта коры дуба в количестве 2 мг/кг корма также преобладали представители филума *Fusobacteria*, *Verrucomicrobia*, *Proteobacteria* совместно с *Firmicutes*. Среди семейств выделялись *Fusobacteriaceae*, *Verrucomicrobiaceae*, а также следующие представители семейств: *Xanthobacteraceae*, *Hyphomicrobiaceae*, *Rhizobiaceae*, *Rhodobacteraceae* и *Streptococcaceae*. Среди родов в наибольшей численности были представлены рода *Cetobacterium* (34,96 %) и *Luteolibacter* (24,98 %).

При добавлении в рацион экстракта коры дуба в количестве 3 мг/кг корма, доминировали представители таких филумов как *Fusobacteria*, *Verrucomicrobia*, *Proteobacteria* совместно с *Firmicutes*, чья численность увеличилась, по сравнению с контролем. Семейства были представлены *Fusobacteriaceae*, *Verrucomicrobiaceae*, *Xanthobacteraceae*, *Hyphomicrobiaceae*, что имеет схожую

тенденцию с контролем, при этом в данном образце свою численность повышали семейства *Streptococcaceae* (4,29 %) и *Bacillaceae* (5,47 %). При этом среди родов, по сравнению с контролем, стоит отметить увеличение численности *Bacillus* (до 5,12 %), что также является показателем нормального микробиоценоза кишечника рыб.

В целом, включение в рацион экстракта коры дуба имеет схожую картину с контрольной группой, однако в опытных группах снижается численность или отсутствует род *Aeromonas*, являющихся условными патогенами для микрофлоры рыб.

**Заключение.** Таким образом, полученные результаты показывают перспективность использования экстракта коры дуба в качестве биодобавки в кормлении рыб и открывают перспективу для создания новых препаратов способствующих повышению физиологического состояния организма, увеличению сохранности и поддержанию продуктивности рыб. Преимущества фитобиотиков и их производных включают иммунную модуляцию и выработку ингибирующих соединений для нарушения механизмов чувствительности кворума у патогена.

#### Список литературы:

1. Abu Hafsa, S.H. Effect of dietary polyphenol-rich grape seed on growth performance, antioxidant capacity and ileal microflora in broiler chicks / S.H. Abu Hafsa, S.A. Ibrahim // J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2017. Mar 15. doi: 10.1111/jpn.12688.
2. Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition / N. Puvaca, V. Stanacev, D. Glamocic, J. Levicc, L. Peric, V. Stanacev, D. Milic // World's Poult. Sci. J. 2013. V.69. P.27-34.
3. Deryabin, D.G. Antibacterial and Anti-Quorum Sensing Molecular Composition Derived from *Quercus cortex* (Oak bark) Extract / D.G. Deryabin, A.A. Tolmacheva // Molecules. 2015.V.20(9). P.17093-17108.
4. Engels, C. Inhibitory spectra and modes of antimicrobial action of gallotannins from mango kernels (*Mangifera indica* L.) / C. Engels, A. Schieber, M.G. Gänzle // Applied and Environmental Microbiology. 2011. V.77(7). P.2215–2223.
5. Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals / H.K. Allen, U.Y. Levine, T. Looft, M. Bandrick, T.A. Casey // Trends in Microbiology. 2013. V.21(3). P.114–119.
6. Инчагова, К.С. Подавление "кворум сенсинга" *Chromobacterium Violaceum* при воздействии комбинаций амикацина с активированным углем или малыми молекулами растительного происхождения (пирогаллолом и кумарином) / К.С. Инчагова, Г.К. Дускаев, Д.Г. Дерябин // Микробиология. 2019. Т. 88. №1. С. 72-82.

Использование пробиотиков и растительных экстрактов для улучшения продуктивности жвачных животных (обзор) / Г.К. Дускаев, Г.И. Левахин, В.Л. Королёв, Ф.Х. Сиразетдинов // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102. № 1. С. 136-148.

УДК: 639.3.043.2

## РАЗВИТИЕ КАРПА НА ФОНЕ ВВЕДЕНИЯ В РАЦИОН КАЛЬЦИЯ В РАЗЛИЧНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМЕ

А.Е. АРИНЖАНОВ, Е.П. МИРОШНИКОВА, Ю.В. КИЛЯКОВА,  
Э.Л. ЗИАНБЕТОВА

A.E. Arinzhanov, E.P. Miroshnikova, Y.V. Kilyakova, E.L. Zianbetova

*Оренбургский государственный университет*

Orenburg State University

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований влияния кальция в различной форме (ультрадисперсная форма, глюконат кальция) на рост и развитие молоди карпа.

**Ключевые слова:** кормление, карп, кальций, кровь

**Abstract.** The article presents the results of studies of the influence of calcium in various forms (ultrafine form, calcium gluconate) on the growth and development of juvenile carp.

**Key words:** feeding, carp, calcium, blood

Дефицит макро- и микроэлементов в кормах приводит к развитию ряда серьезных заболеваний гидробионтов, снижению интенсивности их роста и репродуктивных качеств [2, 3]. Исследования по разработке новых технологий обогащения продуктов путём трансформации химических элементов в биодоступные формы для организма гидробионтов является перспективным направлением [1, 7].

Применение ультрадисперсных частиц (УДЧ) в кормах в качестве минеральных добавок способно повысить их биодоступность и пролонгированность действия [4, 5, 6].

В связи с этим исследования, направленные на изучение эффективности использования УДЧ в кормлении рыб являются актуальными и представляют большой научный интерес.

Цель исследований - изучение использования в кормлении молоди карпа кальция в различной форме.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета в условиях аквариумного стенда. Объектом исследований являлись годовики карпа, выращенные в условиях ООО «Оренбургский осётр» (г. Оренбург). Для проведения исследований методом аналогов были сформированы 3 группы – одна контрольная и две опытные (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследования

Группа	Период исследования	
	Подготовительный (7 суток)	Основной учетный (35 суток)
Контроль	ОР (основной рацион)	ОР
I опытная		ОР + CaCO <sub>3</sub> (дозировка 1,9 г/кг корма (Ca – 0,707 г/кг корма))
II опытная		ОР + УДЧ Ca (дозировка 0,707 г/кг корма)

В качестве основного рациона был использован корм КРК-110-1 производства ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» (г. Оренбург).

В ходе эксперимента суточную норму кормления определяли в количестве 3 % от массы рыб. Кормление подопытной рыбы осуществлялось 3 раза в сутки. Контроль живой массы проводился еженедельно, путем индивидуального взвешивания утром, до кормления ( $\pm 1$  г).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования должны быть выполнены согласно инструкциям и рекомендациям Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996). Исследования выполняются при условиях, когда страдания животных сводится к минимуму и уменьшаются количество используемых образцов.

Определение гематологических показателей крови проводилось с использованием автоматического гематологического анализатора «URIT-2900 Vet Plus» (URIT Medical, Китай). Для работы на анализаторе использованы стандартные наборы реактивов.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США), включая определение средней арифметической величины (M), стандартной ошибки средней (m). Достоверными считали результаты при  $P < 0,05$ .

**Результаты исследований.** Лучшие показатели по результатам эксперимента получены при включении в рацион рыб УДЧ Ca (таблица 2).

В первые три недели достоверных различий между группами зафиксировано не было вследствие адаптации рыб к даче препаратов. Достоверные различия зафиксированы с четвертой недели эксперимента на фоне УДЧ Ca – зафиксировано повышение массы рыб на 19,2 % ( $P < 0,05$ ), а на пятой неделе на 28 % ( $P < 0,05$ ) относительно контрольной группы. Включение в рацион карпа глюконата кальция в форме кормового мела не отразилось на интенсивности роста рыб.

Гематологический анализ показал снижение количества эритроцитов по сравнению с контролем в группе с глюконатом кальция на 28,8 ( $P < 0,05$ ) и было незначительно ниже физиологической нормы. Снижение количества

эритроцитов, ожидаемо отразилось на снижение уровня гемоглобина на 19,5 % ( $P < 0,01$ ) и гематокрита на 29% ( $P < 0,01$ ) по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Динамика живой массы подопытных рыб, г

Период	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Начало эксперимента	31,25 ± 3,1	31,2 ± 3,0	31,2 ± 3,5
1	37,8 ± 4,0	37,5 ± 4,2	37,2 ± 4,3
2	40 ± 4,1	40,2 ± 4,0	39,5 ± 4,5
3	43,2 ± 4,4	46,5 ± 4,8	42,1 ± 4,6
4	46,6 ± 4,0	55,5 ± 4,4*	46,3 ± 5,0
5	50,4 ± 4,7	65,4 ± 4,2*	50,1 ± 4,7

Примечание: \*  $P < 0,05$

Это может свидетельствовать о снижении дыхательной функции крови у рыб опытной группы, о худшем снабжении организма кислородом. Повышение интенсивности роста рыбы на фоне УДЧ Са коррелирует с обеспеченностью организма гемоглобином и свидетельствует о положительном влиянии УДЧ на обмен веществ рыб.

Таблица 3 – Гематологические показатели рыб

	Группа		
	Контроль	I опытная	II опытная
Лейкоциты, $10^9/л$	112,3 ± 2,5	121 ± 2,4*	112 ± 5,5
Эритроциты, $10^9/л$	1,11 ± 0,04	1,04 ± 0,15	0,79 ± 0,09*
Тромбоциты, $10^9/л$	14,3 ± 1,5	54,7 ± 11,5*	46,4 ± 5,5**
Гемоглобин, г/л	112,3 ± 4,1	108 ± 2,0	90,3 ± 3,6**
Гематокрит, %	23 ± 1,1	21,3 ± 1,4	16,3 ± 1,5**
Общий белок, г/л	32,4 ± 2,6	32,2 ± 1,2	33,4 ± 1,6
Кальций, ммоль/л	2,49 ± 0,07	3,91 ± 0,41**	2,5 ± 0,22

Примечание: \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$

Установлено, что повышение количества тромбоцитов в опытных группах в 3-3,5 раза по сравнению с контролем, что может свидетельствовать о повышении эритропоэза и о хорошем физиологическом состоянии [38].

Отмечено высокое содержание общего белка в группах в пределах установленных норм, что является благоприятным признаком, так как низкое содержание белка связаны со снижением жизнестойкости и может сопровождаться гибелью рыб. Высокий уровень белка в крови, отразилось на высоком содержании глюкозы (5,6-6,6 ммоль/л) во всех группах, что является благоприятной предпосылкой для оптимизации обменных процессов и гарантии высокой неспецифической резистентности, так как глюкоза является основным источником энергии в период интенсивного роста.

Введение кальция в рацион рыб отразилось на его концентрации в крови, так зафиксировано повышение кальция на 57 % ( $P < 0,01$ ) по сравнению с

контролем, на фоне УДЧ, что говорит о большой биодоступности Са в ультрадисперсной форме.

Анализируя полученные данные, можно заключить следующее, что добавление в рацион карпа кальция в различной форме не вызвало отклонений гематологических показателей от физиологической нормы, а включение в ультрадисперсной форме повышает иммунный статус, обменные процессы и усвояемость кормов, что нашло отражение на скорости роста рыб.

#### **Список литературы:**

1. Effect of feeding with organic microelement complex on blood composition and beef production of young cattle / I.F. Gorlov, V.I. Levakhin, V.F. Radchikov, V.P. Tsai, S.E. Bozhkova // *Modern Applied Science*. 2015. V.9(10). P.8-16.

2. Metal particles as trace-element sources: Current state and future prospects. / V.I. Fisinin, S.A. Mirosnikov, E.A. Sizova, A.S. Ushakov, E.P. Mirosnikova // *World's Poultry Science Journal*. 2018. V.74(3). P523-540.

3. Pietroiusti, A. Magrini A, Campagnolo L. New frontiers in nanotoxicology: Gut microbiota/microbiome-mediated effects of engineered nanomaterials / A. Pietroiusti, A. Magrini, L. Campagnolo // *Toxicol Appl Pharmacol*. 2016. V.299. P.90-95.

4. Биологические эффекты, связанные с поступлением в организм цыплят-бройлеров наночастиц хрома в разной дозировке / С.В. Лебедев, И.А. Гавриш, И.З. Губайдуллина, С.В. Шабунин // *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54. № 4. С. 820-831.

5. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословская, Е.А. Сизова, В.С. Полякова, С.А. Мирошников, И.О. Лейпунский, И.П. Ольховская, Н.Н. Глущенко // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2009. № 2(96). С. 124-127.

6. Мирошников, С.А. Наноматериалы в животноводстве (обзор) / С.А. Мирошников, Е.А. Сизова // *Вестник мясного скотоводства*. 2017. № 3(99). С. 7-22.

Самохин, В.Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. 2-е изд., доп. / В.Т. Самохин. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2003. 136 с.

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПРОТЕИНА В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ

Р.В. АРТЕМОВ<sup>1</sup>, В.В. ГЕРШУНСКАЯ<sup>1</sup>, М.В. АРНАУТОВ<sup>1</sup>, Т.Н. УСКОВ<sup>1</sup>,  
И.А. КЫРОВА<sup>2</sup>

R.V. Artemov, V.V. Gershunskaya, M.A. Arnautov, T.N. Uskov, I.A. Kyrova

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и  
океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)

<sup>2</sup>ООО «Элкор»

<sup>1</sup>*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography*

<sup>2</sup>*LLC Elkor*

**Аннотация.** Дана общая характеристика новых перспективных источников протеина для рыбных комбикормов. Представлены данные по аминокислотному составу белка одноклеточных микроорганизмов и насекомого белка в сравнении с традиционными кормовыми компонентами – рыбной мукой и соевым концентратом.

**Ключевые слова:** белок микробиологического синтеза, мука из насекомых, рыбные комбикорма

**Abstract.** The general characteristics of new protein sources for fish feed are given. The data on the amino acid composition of single-cell and insect protein in comparison with traditional feed components – fish meal and soy concentrate are presented.

**Keywords:** single-cell protein, insect meal, fish feed.

Товарная аквакультура является одним из основных драйверов рыбной отрасли. В 2020 году производство аквакультуры в Российской Федерации составило 328 тыс. тонн, за десять лет этот показатель вырос более чем вдвое [5]. Вместе с тем, мировой объем производства аквакультуры превышает 80 млн тонн. Для выращивания ценных видов рыб, в том числе лососевых, осетровых, сиговых, в интенсивных системах используются промышленные многокомпонентные комбикорма, затраты на которые могут достигать до 65 % (рисунок 1). В настоящее время сохраняется зависимость от импорта: объем потребления комбикормов для осетровых и лососевых рыб в России по экспертной оценке составляет 90 тыс. тонн, из которых около 2/3 приходится на зарубежные корма [3].

Таким образом, одной из основных причин, сдерживающих развитие аквакультуры в России, является нехватка недорогих, эффективных, экологичных отечественных комбикормов. Главный лимитирующий фактор для

увеличения объемов производства комбикормов для аквакультуры – дефицит, высокая цена, нестабильные качественные характеристики и низкая экологичность рыбной муки – сырья, традиционно используемого в кормах для хищных видов рыб.

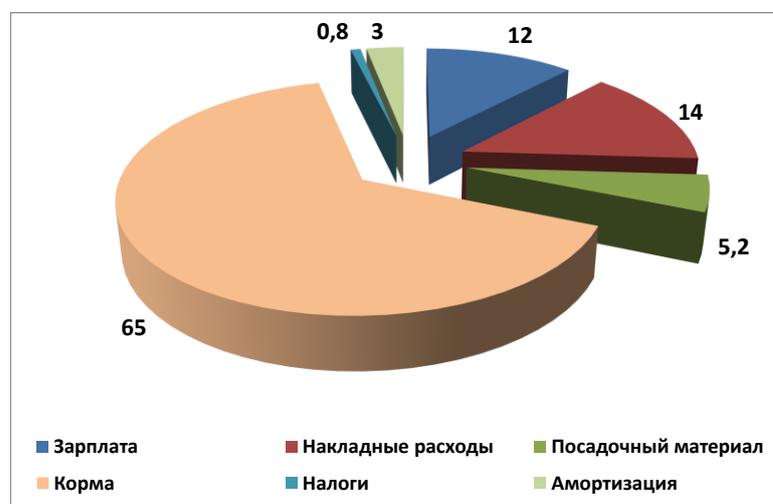


Рисунок 1 - Доля стоимости кормов в общей структуре затрат аквакультуры в России

Для частичной замены рыбной муки в комбикормах для аквакультуры российскими компаниями широко использовалась соя, но в настоящее время устойчивый рост мировых цен на этот белковый компонент приводит к его активному импорту и повышению цен на внутреннем рынке. Кроме того, соевые продукты могут содержать ряд антипитательных веществ, которые плохо сказываются на росте рыбы.

В качестве наиболее перспективных альтернативных источников протеина для рыбных комбикормов предлагается использовать single cell protein - белок одноклеточных микроорганизмов, а также белок из насекомых.

Объем мирового рынка бактериального белка составляет около 5 млн тонн или 280 млн долларов. В России, где дефицит кормового белка составляет 1-1,5 млн тонн, емкость рынка микробного белка в ближайшей перспективе оценивается в 200-500 тыс. тонн [2]. Основными продуцентами белка микробиологического синтеза служат дрожжи, бактерии, низшие и высшие грибы, одноклеточные водоросли.

Главными и самыми распространенными продуцентами белка являются дрожжевые микроорганизмы, выращиваемые на различных субстратах: штаммы микроскопических грибов рода: *Candida*, *Hansenula*, *Saccaromyces*, *Torulopsis*. Наиболее крупными производителями дрожжевого белка в мире являются Leiber (Германия), Angel Yeast (Китай), Alltech (США). В России налажено производство кормовых гидролизных дрожжей с содержанием сырого протеина от 38 до 45 % [7]. Наибольший интерес для кормов аквакультуры представляет высокопротеиновый кормовой концентрат из биомассы дрожжей с содержанием сырого протеина 60 % и более, который

предлагают такие стартапы как «Протеин КормБиоТех Исследования», «Современные экотехнологии» и др.

Бактерии наращивают биомассу при культивировании на природном и попутном газе, водороде, одноатомных спиртах. К наиболее перспективным продуцентам бактериального белка относят метаноокисляющие бактерии *Methylophilus methylotrophus*. Гаприн (белок из метанотрофных бактерий) в значительных объемах производили в СССР в 80-е годы прошлого века. На данный момент лидерами по разработке и коммерциализации биотехнологии переработки природного газа в кормовой белок являются компании США, Норвегии и Дании. Международный рынок метанотрофных белков стремительно растет: за первые семь месяцев 2020 года инвестиции составили 1,4 млрд долларов, в два раза больше, чем в 2019 году [4]. В России в последние годы сразу несколько научно-производственных коллективов вновь взялись за масштабирование выпуска бактериального белка – такие, как «Протелюкс», «Гипробiosинтез», «Биопрактика».

Насекомые потенциально являются одним из самых рациональных источников белка для рыбных кормов. Количество мировых компаний-производителей энтомологического протеина огромно, а объем инвестиций исчисляется десятками миллионов долларов [1]. К лидерам относятся Protix, Ynsect, Enterra, Nasekomo, Hexafly и другие. Включение насекомых в питание животных снижает воздействие на окружающую среду за счет более высокой конверсии корма, позволяет использовать пищевые отходы в качестве субстрата для личинок, не требует больших площадей по сравнению с животноводством. Многие насекомые являются естественной пищей рыб, мука из них содержит более 50 % протеина и практически не имеет антипитательных факторов.

В Российской Федерации также начинает развиваться данное направление кормопроизводства - белок из личинок насекомых производят компании «Экобелок», «Новые Биотехнологии», «Биолаборатория», «Энтопротэк». В Белгороде идут работы по созданию высокотехнологичного крупномасштабного производства животного белка из личинок мухи черной львинки (*Hermetia illucens*). Проект осуществляется учеными БГТУ им. В.Г. Шухова совместно с ООО «Агроакадемия» и Институтом проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. Цель данного проекта состоит в разработке и реализации промышленной технологии по развитию личинок черной львинки и их глубокой переработки. Производительность технологии должна составить до 3 тыс. тонн животного белка в год [8].

В отделе кормов и кормовых компонентов ВНИРО проведен анализ аминокислотного состава альтернативных источников протеина в сравнении с традиционными белковыми компонентами (рыбной мукой и соевым концентратом) и усредненными потребностями рыб (таблица 1). Согласно полученным результатам белки, полученные из бактерий, дрожжевых клеток, личинок насекомых отличаются высоким содержанием лизина, аргинина, лейцина, триптофана и других незаменимых аминокислот. Дрожжевой экстракт

и мука из личинки черной львинки не в полной мере способны удовлетворить потребности рыб в метионине, но эту проблему успешно решают путем добавления данной аминокислоты в синтетическом виде. Альтернативные кормовые компоненты по своему аминокислотному составу сопоставимы с высококачественной рыбной мукой.

Таблица 1 – Содержание незаменимых аминокислот в альтернативных источниках протеина в рыбных кормах, г/100 г белка

Показатели	Наименование компонента					Потребности рыб [8]
	Мука кормовая из рыбы	Соевый концентрат	Бактериальный белок (гаприн)	Дрожжевой экстракт	Белок из личинки черной львинки	
Сырой протеин	64-72	52-63	71-77	50-55	52-57	35-55
Лизин	8,5	5,4	7,6	6,4	5,9	4,5-6,3
Аргинин	6,6	6,8	6,4	6,0	4,7	3,5-6,2
Гистидин	3,2	2,7	2,3	2,0	3,3	1,5-2,4
Лейцин	7,5	8,0	7,5	5,5	6,4	3,3-6,2
Изолейцин	4,3	4,7	4,4	3,9	3,5	2,3-3,7
Метионин	3,3	1,3	3,4	0,9	1,7	2,2-4,1
Фенилаланин	4,2	5,2	4,6	3,1	3,8	3,0-5,6
Треонин	4,3	4,0	4,3	3,7	4,2	2,2-4,2
Валин	5,1	5,0	5,6	4,4	4,8	3,0-5,3
Триптофан	1,4	1,1	2,4	1,0	1,1	0,5-1,4

Резюмируя выше представленный материал, следует сказать, что развитие производства комбикормов для объектов аквакультуры в Российской Федерации на сегодняшний день невозможно без создания крупномасштабных производств кормового белка. Одновременно требуется комплексная работа по изучению и установлению норм ввода в комбикорма альтернативных источников белка и оценке их эффективности путем проведения биологических испытаний на рыбах разных возрастных групп.

### Список литературы

1. Альтернативные источники протеина в животноводстве// Эффективное животноводство. – 2020. – № 4(161). – С. 106-109.
2. Безуглова В. Животных накормят бактериями, а бактерии — газом// Эксперт. – 2021. - № 14. – С. 30-33. <https://expert.ru/expert/2021/14/zhivotnykh-nakormyat-bakteriyami-a-bakterii-gazom/>
3. Бурлаченко И.В., Артемов Р.В. Развитие научного обеспечения производства комбикормов для рыб в современных условиях// Рыбоводство. - 2017. - № 1-4. - С. 32-34.

4. Винаров, А. Ю. Перспективная база отечественных белковых кормов, получаемых при биосинтезе на природном газе// Эффективное животноводство. – 2018. – № 4(143). – С. 80-81.
5. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2020 году [http://fish.gov.ru/files/documents/ob\\_agentstve/kollegiya/itogi\\_2021.pdf](http://fish.gov.ru/files/documents/ob_agentstve/kollegiya/itogi_2021.pdf).
6. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. – СПб.: ГосНИОРХ, 2012. – 564 с.
7. Belik S.N., Morgul E.V., Kruchkova V.V., Avetisyan Z.E. Products of microbial synthesis in solving protein deficiency//WSCHODNIOEUROPEJSKIE CZASOPISMO NAUKOWE. 2016. Vol. 7. P. 122-129.  
<https://academia.interfax.ru/ru/news/articles/3899/>

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАКООБРАЗНЫХ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

А.Б. АХМЕДЖАНОВА, Л.Ю. ЛАГУТКИНА, С.В. ПОНОМАРЕВ,  
А.С. МАРТЬЯНОВ

A.B. Akhmedzhanova, L.Yu. Lagutkina, S.V. Ponomarev, A.S. Martyanov

ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет  
FSBEI HE Astrakhan State Technical University

**Аннотация.** Физиологическое состояние ракообразных во многом определяется показателями метаболизма, в частности показателями гемолимфы. Анализ показателей биохимических биоиндикаторов гемолимфы определяют общую характеристику состояния особей, содержащихся в различных условиях выращивания. Объектом исследования послужил австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868), культивируемый в различных условиях интенсивного и полуинтенсивного выращивания. Представленный авторами статьи сравнительный анализ биоиндикаторов в различных условиях выращивания дополняет информацию, которая представляет значительный интерес для мониторинга условий и методов выращивания данного представителя тепловодной аквакультуры, что будет ценно для формирования рекомендаций для специалистов, занимающихся разведением ракообразных.

**Ключевые слова:** гемолимфа, физиолого-биохимические показатели, гемоцитарная формула, пруды, бассейны, австралийский красноклешневый рак.

**Abstract.** The physiological state of crustaceans is largely determined by indicators of metabolism, in particular, indicators of hemolymph. Analysis of indicators of biochemical bioindicators of hemolymph determine the general characteristics of the state of individuals kept in different growing conditions. The object of the study was the Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868), cultivated under various conditions of intensive and semi-intensive cultivation. The comparative analysis of bioindicators in different growing conditions presented by the authors of the article supplements information that is of significant interest for monitoring the conditions and methods of growing this representative of warm-water aquaculture, which will be valuable for forming recommendations for specialists engaged in crustacean breeding.

**Key words:** hemolymph, hemocytic formula, ponds, fish tanks, physiological and biochemical parameters, Australian red claw cancer.

Для формирования технологического процесса выращивания и методических рекомендаций в отношении биотехнологии культивирования

объектов тепловодной аквакультуры, необходимо учитывать оценку условий среды путём анализа показателей биоиндикаторов – состояния особей, содержащихся в различных условиях.

В тепловодной аквакультуре наиболее популярный нерыбный объект из числа ракообразных – австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*). Это пресноводное ракообразное из отряда десятиногих стало важным объектом аквакультуры в нескольких странах мира из-за высокой питательной ценности, гастрономических свойств и экономической целесообразности товарного выращивания [6].

Однако Министерством сельского хозяйства РФ объект не внесен в справочник объектов аквакультуры и отсутствует нормативная база относительно условий содержания с учетом физиологических норм данного вида.

В России с 2005 года данный объект выращивают по системе «пруд – УЗВ – пруд», используя полуинтенсивный и интенсивный методы выращивания. Применяемая в настоящее время биотехнология может быть скорректирована путем влияния на физиологические и биохимические показатели, с целью увеличения потенциала хозяйственных свойств объекта, например, при помощи разработки новых методов и рецептур кормления.

Цель исследования – дополнить общую характеристику физиологического состояния австралийского пресноводного красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) рода Cherax при выращивании в различных условиях среды (пруд, бассейн) рыбоводно-биологическими и биохимическими показателями, а также гемоцитарной формулой.

Выращивание ракообразных выполнялось в прудах площадью 0,75 га при плотности посадки 6000 шт/га на прудовом хозяйстве Астраханской области. Бассейновое содержание проводили в рыбоводных ёмкостях объемом 400 л, оснащенных укрытиями при разреженной плотности посадки, с оборотной водоочисткой и подогревом воды, на базе Инновационного центра «Биоаквапарк – НТЦ аквакультуры» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет».

Используемые комбикорма произведены по рецептуре, разработанной авторами [7]. Сбалансированность корма по содержанию питательных веществ оценивали с учетом протеинового баланса и способа интенсивного и полуинтенсивного выращивания, кормление проводили вручную.

На основании полученных данных рассчитывали показатели темпа роста по величине абсолютного прироста, анализируя скорость наращивания массы [10].

Физиологическое состояние исследуемых объектов оценивали по биохимическим показателям белкового и липидного обменов согласно разработанным методикам [5].

Для измерения оптической плотности полученных проб использовали спектрофотометр Unico 2100. Изучение наиболее мелких деталей на гистологических препаратах гемолимфы и крови производили электронным

микроскопом Olympus (Япония). Мазки готовили при помощи фиксатора-красителя фирмы «Ольвекс-диагностикум» (Россия), используя метод Май-Грюнвальда [1]. Идентификацию гемоцитов по стадиям их цитогенеза оценивали по дифференциальному подсчету типов клеток. Также определяли цитометрические характеристики гемоцитов [2]. Учет товарной продукции проводился поштучным методом.

В ходе экспериментальной работы полученные данные статистически обработали методом вариационной статистики с использованием программы Microsoft Excel 2016 [4]. При расчете применяли t-критерий Стьюдента, достоверными считались различия показателей при  $p < 0,05$ .

При оценке физиологического состояния ракообразных важное значение имеют физиолого-биохимические и рыбоводно-биологические показатели, изменения которых зависят от способов выращивания [8].

В таблице 1 представлены рыбоводно-биологические показатели выращивания австралийских красноклешневых раков начальной массой от 5,0 г.

Таблица 1 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания *Cherax quadricarinatus*

Показатели	пруды	бассейны
Масса, г:		
начальная	5,02±1,2	5,14±1,0
конечная	146,3±1,6	100,3±0,7
Абсолютный прирост, г	141,28*	95,16
Среднесуточный прирост, г	1,17*	0,79
Среднесуточная скорость роста, %	2,8*	2,5
Количество, сут.	120	120
Коэффициент массонакопления, ед.	0,088*	0,073

Примечание: \*  $p \leq 0,05$

Сравнение абсолютного прироста австралийских красноклешневых раков позволило установить, что между группами, выращенными в прудах и культивируемыми в искусственных условиях, имеются достоверные различия ( $p < 0,05$ ). У группы раков, выращенных в прудах, абсолютный прирост оказался выше почти в 1,5 раза. Среднесуточный прирост и коэффициент массонакопления также был выше у особей, выращенных в прудах, на - 48,1 % и в 1,2 раза соответственно. Среднесуточная скорость роста у особей, выращенных в прудах, оказалась также выше на 12 %.

Также достоверные ( $p < 0,05$ ) различия установлены по средней массе тела выращиваемых особей, средняя масса тела выше на 45,85 % у раков, выращенных в прудовых условиях, чем у раков, культивируемых в бассейновых условиях.

В результате проведенного эксперимента было установлено, что прудовые ракообразные показали наибольший темп роста, динамика объясняется тем,

что, кроме введенных искусственных и влажных кормов, у этих особей в рационе питания присутствовали объекты естественной кормовой базы.

На следующем этапе оценили физиологическое состояние раков по комплексу физиолого-биохимических показателей и с помощью гемоцитарной формулы. Согласно многим авторам объективным методом контроля физиологического состояния является определение общего белка гемолимфы как биоиндикатора условий эффективного выращивания [2, 3]. Разница средних показателей концентрации общего сывороточного белка между возрастными группами была статистически достоверной у раков, выращенных в прудовых условиях, причем данный показатель был выше, чем у раков, выращенных в бассейновых условиях (рис. 1). В условиях прудового выращивания кормление раков осуществлялось путем внесения сухого корма совместно с влажным, также в прудах была достаточно хорошо развита кормовая база, следовательно, данный характер питания отразился на физиологическом состоянии исследуемых объектов, в итоге у раков, выращенных в прудах, концентрация общего белка была выше, чем у особей аналогичного возраста в бассейнах ( $p < 0,05$ ,  $n = 66$ ).

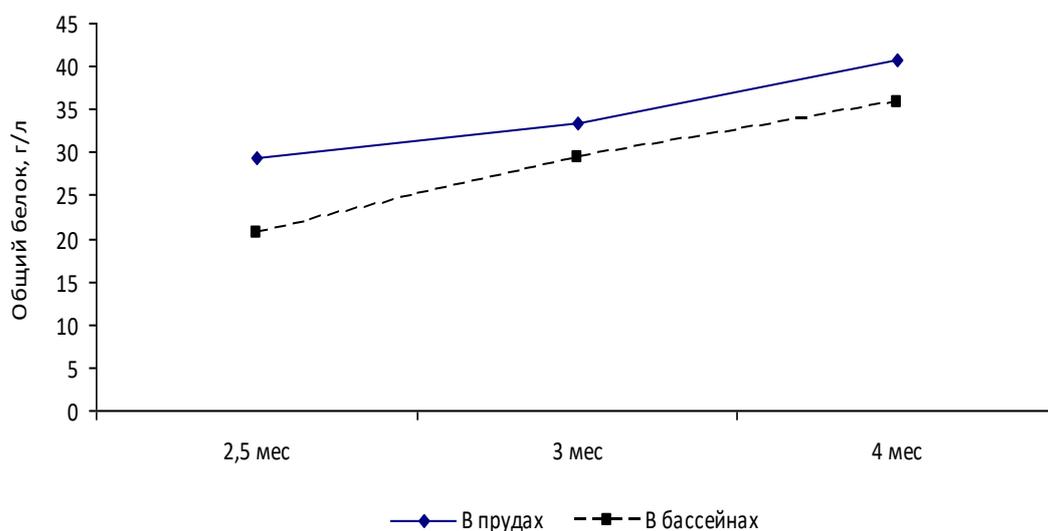


Рисунок 1 - Сравнение концентрации общего белка в гемолимфе *Cherax quadricarinatus*

Холестерин в гемолимфе у ракообразных и у рыб, как и других животных, является одним из ключевых факторов состояния липидного обмена в организме. Он участвует в образовании половых гормонов и входит в состав клеточных мембран. Уровень холестерина в гемолимфе выше 3,5 г/л считается патологичным и свидетельствует о воздействии стрессирующих факторов среды [9]. В нашем исследовании содержание холестерина в гемолимфе у австралийских раков в обоих случаях выращивания находилось в пределах референтных значений (рис. 2). У раков, выращенных в разных условиях, значений концентрации холестерина в крови оказались статистически недостоверными, так, в возрасте 2,5 месяцев значения составили в прудах и в бассейнах  $2,8 \pm 0,3$  ммоль/л и  $2,4 \pm 0,8$  ммоль/л соответственно ( $p > 0,05$ ,  $n = 35$ ). У

старшевозрастных особей данная тенденция сохранилась, например, в возрасте 4 месяцев показатели составили в прудах и бассейнах  $2,8 \pm 1,4$  ммоль/л и  $2,6 \pm 0,7$  ммоль/л соответственно ( $p > 0,05$ ,  $n = 35$ ). Выявлено, что для особей, выращенных в бассейновых условиях, характерно «накопление» энергетических веществ в организме, а для раков, выращенных в прудах, стабильность в концентрации показателей, отвечающих за белковый и липидный обмен.

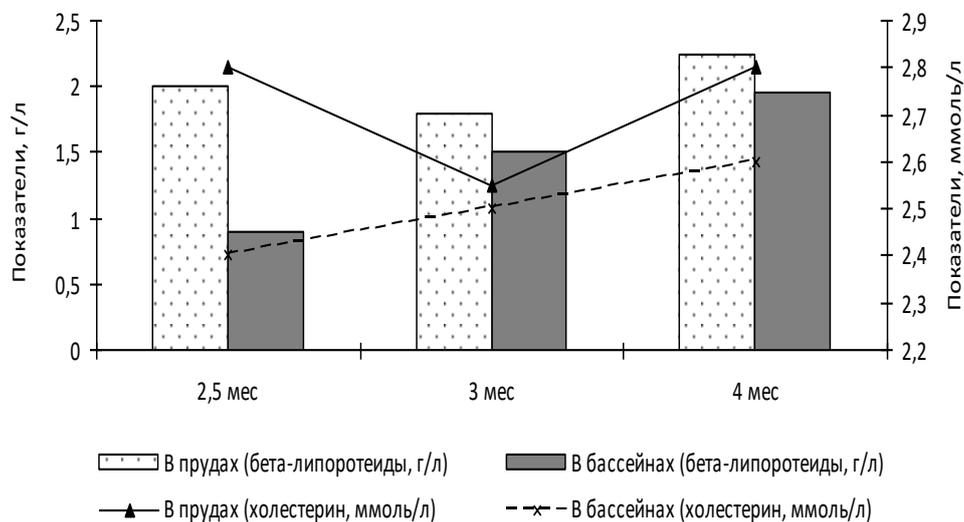


Рисунок 2 - Сравнение концентрации бета-липопротеидов и холестерина в гемолимфе *Cherax quadricarinatus*

Концентрация β-липопротеидов менее 0,5 г/л и более 6,0 г/л часто говорит о резорбции половых продуктов. Особи с патологичным уровнем β-липопротеидов в гемолимфе позднее часто оказываются с нежизнеспособной икрой, так как в процессе ее формирования происходят изменения в компонентном составе белков и соотношении липидов, которые переносятся в икру β-липопротеидами. В нашем исследовании эти показатели находились в пределах «физиологической нормы» [9]. У половозрелых раков из прудов содержание β-липопротеидов было выше в сравнении с бассейновыми особями, что скорее всего связано с активным метаболизмом в организме культивируемых особей. Высокие значения физиолого-биохимических показателей в гемолимфе у раков, выращенных в прудах, скорее всего, объясняются еще и тем, что особи в прудах постоянно ищут пищу и ведут более активный образ жизни, в сравнении с выращенными в бассейнах, поэтому метаболизм и, следовательно, физиолого-биохимические показатели из прудов оказались повышены.

Микроскопическое изучение мазков гемолимфы позволяет оценить качественные показатели гемолимфы, наблюдать за морфологическими изменениями клеток гемоцитов, а также проанализировать гемоцитарную формулу. На следующем этапе экспериментальной работы исследовали гемограмму исследуемых объектов в возрасте 4 месяцев.

Оценка гемоцитарной формулы проводилась по дифференциальному подсчету 4 - типов гемоцитов (ГЦ): 1 - агранулоциты, 2 – полугранулоциты, 3 – гранулоциты, 4 - прозрачные клетки.

Исследование данных гемоцитарной формулы австралийских раков показало, что гранулоциты и прозрачные клетки стабильно встречались на всех мазках (n=18), их процентное соотношение составило у особей, выращенных в прудах и бассейнах,  $56,3 \pm 1,2$  и  $48,4 \pm 1,8$  % соответственно. Прозрачные клетки занимали второе место среди просчитанных гемоцитов. Доля полугранулоцитов от общего числа просчитанных клеток составила в гемолимфе раков, культивируемых в прудах и бассейнах, -  $15,2 \pm 0,6$  и  $18,1 \pm 0,5$  % соответственно. Редко встречающимися форменными элементами были агранулоциты в обоих случаях выращивания.

Таким образом, изучение гемоцитарного состава гемолимфы австралийских раков, содержащихся в различных условиях выращивания, показало, что гемолимфа носит гранулоцитозный характер (на первом месте были гранулоциты, от общего числа форменных элементов гемолимфы). Второй по численности группой гемоцитов являлись прозрачные клетки, их процентное соотношение составило у раков, выращенных в прудах 23 % и в бассейнах 25,3 %. Полугранулоциты и агранулоциты были представлены в небольшом количестве.

Проведенные исследования выявили у австралийских раков, выращенных в прудовых и бассейновых условиях, сезонную динамику колебаний уровня общего белка, холестерина,  $\beta$ -липопротеидов. Было отмечено, что концентрация общего белка, холестерина и  $\beta$ -липопротеидов в гемолимфе зависит не от возраста раков, а скорее всего от уровня метаболизма в их организме. На протяжении всего периода выращивания у особей, культивируемых в прудах, сохранялся высокий уровень общего белка, холестерина и  $\beta$ -липопротеидов (в пределах референтных значений). Значения этих показателей как биоиндикаторов свидетельствуют о качественных условиях выращивания, повышенном уровне обмена веществ, а также о достаточной подготовленности генеративного обмена у старшевозрастных особей.

По результатам полученных рыбоводно-биологических показателей установлено, что высокие показатели роста были характерны для раков, которые выращивались в прудах. Наиболее критический этап, когда наблюдалась небольшая смертность раков и относительно высокая вариативность биохимических показателей, отмечен в период активных линек. Однако выживаемость у раков, культивируемых в прудах и в бассейнах, была в целом весьма высокой и составила 85 % и 90 % соответственно.

**Финансирование.** Работа выполняется в рамках гранта Президента Российской Федерации № МК-158.2021.5.

### Список литературы:

1. Абрамов, М.Г. Гематологический атлас / М.Г. Абрамов. — М.: Медицина, 1985. — 344 с.
2. Иванов, А.А. Физиолого-биохимические адаптации речных раков (*Astacus astacus*) при изменении минерализации водной среды / А.А. Иванов, Н.Ю. Корягина, Г.И. Пронина, А.О. Ревякин // Зоотехния. 2011. № 3. — С. 120–128.
3. Иванов, А.А. Гомеостаз внутренней среды гидробионтов: видовые особенности хладнокровных зоотехния и ветеринарная медицина / А.А. Иванов, Г.И. Пронина, Н.Ю. Корягина, А.О. Ревякин // Известия ТСХА. 2013. № 3. — С. 75 – 88.
4. Катмаков, П.С. Биометрия: учеб. пособие для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов – М.: Юрайт, 2019. – 177 с.
5. Колб, В.Г. Клиническая биохимия: пособие для врачей-лаборантов / В.Г. Колб, В.С. Камышников. – М.: Беларусь, 1976. – 311 с.
6. Корягина, Н.Ю. Физиолого-биохимическая характеристика речных раков при выращивании в искусственных условиях 03.03.01 Физиология: автореферат дис. ... кандидата биологических наук // Н.Ю. Корягина; РГАУ МСХА. – Москва, 2010. – 21 с.
7. Лагуткина, Л.Ю. Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья / Л.Ю. Лагуткина // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2017. № 1. – С. 67–78.
8. Лагуткина, Л.Ю. [Гематологические и биохимические показатели гемолимфы австралийского красноклешневого рака](#) / Л.Ю. Лагуткина, Е.М. Евграфова, Е.Г. Кузьмина, А.М. Мазлов // [Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство](#). 2021. № 2. – С. 134 – 143.
9. Матишов, Г.Г. Комплексный подход к проблеме сохранения и воспроизводства осетровых рыб Каспийского моря / Г.Г. Матишов, А.А. Кокоза, Г.Ф. Металлов, П.П. Гераскин. – Ростов н/Д.: ЮНЦ РАН, 2017. – 352 с.
10. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

## ВЫРАЩИВАНИЕ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСЛОВИЯХ УЗВ

С.А. БАЦМАН, О.Н. РУДНЕВА

*S.A. Batsman, O.N. Rudneva*

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье приводятся данные по выращиванию радужной форели в установке замкнутого водоснабжения. Показаны преимущества радужной форели, как объекта товарного рыбоводства.

**Ключевые слова:** товарное форелеводство, радужная форель, установка замкнутого водоснабжения.

**Abstract.** The article provides data on the cultivation of rainbow trout in a closed water supply installation. The advantages of rainbow foerel as an object of commercial fish farming are shown.

**Key words:** commercial trout breeding, rainbow trout, closed water supply installation.

Радужная форель является самым популярным объектом пресноводного лососеводства благодаря высокой лабильности к абиотическим и биотическим условиям выращивания, быстрому росту, высокой степени доместикации и, наконец, деликатесным и диетическим свойствам мяса [4].

**Материалы и методы исследования.** Эксперимент проводился на рыбоводном комплексе ИП КФХ Бацман С.А. Саратовской области. Предприятие было основано в октябре 2018 года. Его мощность составляет 20 тонн товарной форели в год.

Для изучения гидрохимического состава воды использовали общепринятые методики [1-3].

При выращивании радужной форели к качеству воды предъявляются определенные требования. Вода должна быть чистой и прозрачной, без вредных примесей.

Наилучшей для форели является вода с небольшим содержанием кальция, который необходим для развития скелета. В воде, содержащей известь, форель лучше усваивает корм и развивается быстрее, поскольку кальций, поглощаемый через жабры, влияет на осмотические и метаболические процессы [5-8]. Но избыток кальция дает осадок на поверхностях рыбоводных емкостей, водоподающих и водосбросных системах, фильтрах и т. д. Следует учитывать, что содержащиеся в воде магний и селен придают рыбе неприятный привкус, а железо способствует развитию ферробактерий. Следует избегать использования вод, богатых органическими веществами, так как они обладают высокой

кислотностью, содержат мало кислорода и в них образуются метан и сероводород, а также вод, проходящих по гранитным грунтам, в которых при хорошей выживаемости темп роста форели не высок из-за недостатка кальция. Основные требования, предъявляемые к воде для товарных форелевых хозяйств (ОСТ 15-282—83), приведены ниже.

Результаты изучения физико-химических показателей водной среды бассейнов приведены в таблице 1. Исследования проводились в лаборатории промышленной экологии при СГТУ имени Гагарина Ю.А. г. Саратова.

Таблица 1 – Физико-химические параметры водной среды бассейнов

Показатели	Значения	ОСТ 15-282—83
Температура, °С	18,0	Не более 20,0
Растворенный кислород, мг/л	11,4	Не менее 9,0
Цветность, градусы	10,0	Менее 54,0
рН	7,6	7,0–8,0
Азот нитритов, мг/л	0,005	До сотых долей
Азот нитратов, мг/л	0,3	0,5
Азот аммонийных соединений, мг/л	0,01	0,5
Жесткость общая, мг-экв./л	4,0	3,8-4,2
Хлориды, мг/л	4,0	До 5,0
Железо, мг/л	0,1	до 1,0
Марганец, мг/л	0,01	0,01
Фосфаты (PO <sub>4</sub> ), мг/л	0,01	до 0,05

Температура является одним из определяющих факторов интенсивности роста радужной форели. Во время эксперимента температура воды в бассейнах поддерживалась на уровне + 18 °С. Лимитирующим фактором жизни в водной среде является содержание растворенного в воде кислорода. Содержание кислорода ниже оптимальных значений вызывает снижение интенсивности питания и повышение кормового коэффициента. Для нормальной жизнедеятельности форели концентрация кислорода должна быть не менее 7-8 мг/л. В период исследований содержание растворенного кислорода в воде в бассейнах было 11,4 мг/л. Для поддержания оптимальной концентрации кислорода в воде использовали оксигенаторы, позволяющие насыщать воду кислородом. Колебания величины рН воды в бассейнах имели суточный характер. Во время эксперимента среднее значение рН воды составило 7,6. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что все показатели качества воды в установке замкнутого водоснабжения в период опыта были стабильны и отвечали требованиям для выращивания радужной форели.

Кормили форель финским кормом Raisio компании Вуокса. Данный корм полностью удовлетворяет пищевые потребности форели и обеспечивает ее быстрый рост. Корм сбалансирован, содержит полезные жиры, белки морского и растительного происхождения, витамины и микроэлементы. Основными ингредиентами корма являются рыбная мука, рыбий жир, растительное масло, пшеничные, соевые и бобовые продукты.

При выращивании радужной форели в УЗВ интенсивность ее роста зависит главным образом от состава комбикормов. Наибольшее влияние на высокий темп роста оказывают белки.

В период опыта кормление радужной форели проводилось 4 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени: в 9:00, 12:00, 15:00 и 18:00 часов. Питательность комбикорма для радужной форели представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Питательность комбикорма для радужной форели

Показатель	Содержание
Обменная энергия (МДЖ/кг)	22,4
Сырой протеин, %	44
Сырой жир, %	22
Клетчатка, %	1,2
Зола, %	6,6
Фосфор, %	1,05
Кальций, %	1,8
Натрий, %	0,3
Витамин А, МЕ/кг	10000
Витамин Д <sub>3</sub> МЕ/кг	799
Витамин Е, мг/кг	200
Витамин С, мг/кг	150

Количество кормов, скармливаемых рыбе зависит от температуры воды, насыщенности ее кислородом и массы рыбы, в связи с этим в исследованиях суточная подача кормов корректировалась.

Данные о затратах комбикормов на выращивание рыбы представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Затраты кормов на выращивание форели в УЗВ

Декада	Корм. коэф.	Затраты кормов в сутки, г
2	2,3	480,0
4	1,3	340,5
6	1,3	417,6
8	1,3	517,2
10	1,3	631,1
12	1,3	647,2
14	1,3	736,4
16	1,3	851,3
17	1,3	899,7

Динамика живой массы радужной форели приведена на рисунке 1.

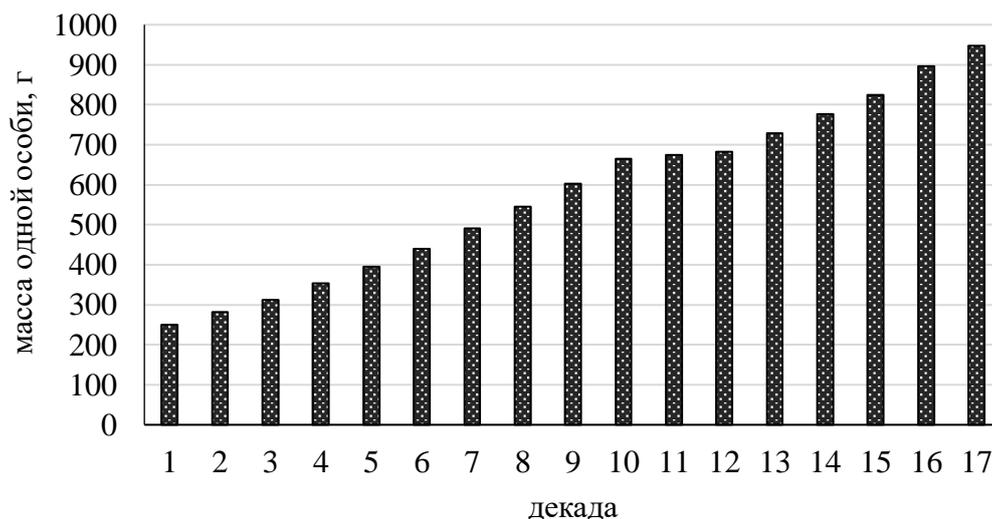


Рисунок 1 – Динамика массы радужной форели, г

За 170 дней выращивания масса радужной форели увеличилась более чем в 3 раза и составила 948 г.

Таблица 4 – Рыбоводно-биологические показатели радужной форели при выращивании в УЗВ

Показатели	Значения
Количество рыбы в начале опыта, экз.	75
Количество рыбы в конце опыта, экз.	73
Сохранность, %	97,3
Масса рыбы в начале опыта, г	250
Масса рыбы в конце опыта, г	948
Скормлено кормов, кг	100,6
Прирост всей рыбы за опыт, кг	50,45
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,99
Стоимость 1 кг корма, руб.	166
Стоимость корма на прирост, руб.	8375,4
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	20750,4
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	660
Стоимость всей массы рыбы, руб.	45674,64
Прибыль, руб.	16548,912
Рентабельность, %	36,23

Данные таблицы 4 свидетельствуют, что за период опыта наблюдается стабильное увеличение ихтиомассы рыбы, показатель прироста составил 50,45 кг, при сохранности особей радужной форели 97,3 %. При этом показатель затрат кормов на 1 кг прироста соответствовал – 1,99 кг.

Себестоимость радужной форели составила 20750,4 руб., при цене реализации за 1 кг 660 руб., полученная прибыль – 16548,912 руб., а уровень рентабельности - 36,23 %.

По результатам, полученным при проведении эксперимента, можно сделать вывод, что радужная форель достаточно перспективна для выращивания в хозяйствах с замкнутой системой водоснабжения.

## Список литературы

1. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения /Я. Брайнбале // Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. - Копенгаген 2010: Изд-во Международная организация «ЕВРОФИШ» при поддержке Субрегионального бюро ФАО по Центральной и Восточной Европе. – 70с.
  2. Григорьев С.С. Индустриальное рыбоводство /С.С. Григорьев С.С. Седова Н.А. Камчат ГТУ, 2008. – 186 с.
  3. Гусева Ю.А. Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб /Гусева Ю.А., Максимова О.С.// Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза. Материалы I Международной научно-практической конференции. 2015. С. 199-201.
  4. Гусева Ю.А. Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы/ А.А. Васильев, А.А. Волков, Ю.А. Гусева, А.П. Коробов, Г.А. Хандожко. Патент на полезную модель RUS 95972 15.03.2010
  5. Лифанова Д.А. Качество воды при разведении форели / Д.А. Лифанова, О.А. Гуркина // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий. Сборник статей. 2016. С. 387-392.
  6. Молчанова К.А. Возможности раскрытия ростовой потенции у радужной форели в УЗВ и открытых рыбоводных системах / К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова // Воронеж: Научно-теоретический журнал «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания», 2016. № 5(13). С. 43 – 47.
  7. Поддубная И.В. Эффективность использования кормовой добавки "ОМЭК-Ж" при выращивании товарной радужной форели / Поддубная И.В.// Основы и перспективы органических биотехнологий. 2018. № 2. С. 25-27.
- Хандожко Г.А. Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения/ А.А. Васильев, Г.А. Хандожко, Ю.А. Гусева. Саратов, 2011. Издательство Саратовского государственного аграрного университета. 11 с.

## ПАРАМЕТРЫ ВОДНОЙ СРЕДЫ РЕК САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРУДОВОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

А.А. ВАСИЛЬЕВ, О.А. ГУРКИНА, И.В. ПОДДУБНАЯ, А.А. МАНАЕНКОВА, А.П. АЩЕУЛОВ

A.A. Vasiliev, O.A. Gurkina, I.V. Poddubnaya, A.A. Manaenkova, A.P. Ascheulov

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье приведены данные по основным показателям качества воды в реках Саратовской области в результате воздействия прудовой аквакультуры. Установлено, что спуск воды из рыбоводных прудов не оказывает негативного воздействия на качество воды рек.

**Ключевые слова:** рыбоводство, самоочищение, водоемы, вегетационный сезон, бактерии, микроорганизмы, качество воды.

**Abstract.** The article presents data on the main indicators of water quality in the rivers of the Saratov region as a result of the impact of pond aquaculture. It was found that the release of water from fish ponds does not have a negative impact on the water quality of rivers.

**Key words:** fish farming, self-purification, reservoirs, growing season, bacteria, microorganisms, water quality.

Аквакультура является самым быстрорастущим пищевым сектором в мире.

Еще в 1970-х годах только 6% мировой пищевой рыбы приходилось на аквакультуру [5]. Совершенствуются технологии аквакультуры, увеличивается число объектов рыбоводства, расширяется ассортимент комбикормов и биологически активных добавок для гидробионтов [1, 2, 7].

В последние годы воздействие аквакультуры на окружающую среду стало популярной темой для обсуждения, которая не всегда является позитивной.

Один из важнейших вопросов оценки экологических рисков при ведении высокоинтенсивного прудового рыбоводства, являющегося основой товарной аквакультуры на территории РФ, это оценка влияния их на качество воды открытых природных водных объектов. Открытые природные водоемы с одной стороны являются водоисточниками для рыбоводных предприятий, а с другой служат местом сброса воды из прудов рыбоводного хозяйства [8]. В искусственных водоемах (прудах) где ведется интенсивное выращивание

гидробионтов, формируется агробиоценоз, с собственным специфичным качеством воды, которое может оказывать влияние на качество воды в природном водном объекте. Помимо этого, существует четко выраженная обратная связь – качество воды в природном объекте напрямую влияет на эффективность биотехнологий культивирования рыб [3].

Стоит заметить, что воздействие аквакультуры на окружающую среду полностью зависит от выращиваемых видов, интенсивности производства и расположения хозяйства [6]. Кроме того, появились новые стратегии и технологии, которые доказали возможность устойчивого развития аквакультуры без истощения природных ресурсов [8-10].

Экспериментальные работы выполнялись в вегетационный сезон 2020 года на реках Саратовской области – Волге в Энгельсском районе и Карамане в Марксовском районе, поскольку именно в эти реки осуществляется спуск воды из прудов некоторых рыбоводных хозяйств.

В течение всего вегетационного сезона с мая по октябрь 2020 г. из данных водоемов брались пробы воды. При этом были исследованы и проанализированы по общепринятым методикам следующие показатели воды: температура, рН, содержание растворенного кислорода.

Следуя «Инструкции по химическому анализу воды прудов» (ВНИИПРХ, 1984) установили концентрацию биогенных элементов (нитритов, нитратов, аммонийного азота и фосфатов) [4,5].

В это же время был выполнен химический анализ воды в лаборатории НОЦ «Промышленной экологии».

Объектами исследования служили пробы воды из разных мест водоемов. Пробы отбирались у берега (проба №1), на поверхности в центре водоема (проба № 2) и вблизи дна в центре водоема (проба №3) (таблица 1).

Таблица 1- Схема исследований

Река	Вегетационный сезон		
	начало	середина	конец
Волга	Отбор средней пробы воды	Отбор средней пробы воды	Отбор средней пробы воды
Караман	Отбор средней пробы воды	Отбор средней пробы воды	Отбор средней пробы воды

Отбирали, хранили и консервировали пробы по следующему ГОСТу Р 5192-2000. Гидрохимические исследования осуществляли согласно соответствующих природоохранных нормативных документов Федерального уровня (ПНД Ф).

Результаты исследований: Количество сульфатов в реке Волга находилось на протяжении всего вегетационного сезона водоема на уровне оптимальных значений (таблица 2).

Значения жесткости и железа также были на уровне оптимума, что благоприятно сказывается на гидробионтах.

Фосфаты на протяжении всего вегетационного периода были значительно выше оптимальных концентраций. Лишь в октябре они снизились до 0,167 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица 2 - Некоторые гидрохимические и микробиологические показатели в р. Волга

Показатель	Месяц						ПДК Приказ № 552 от 13.12.20 16 Минсел ьхоз
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	28,13±4,55	31,07±4,33	36,13±4,33	35,53±3,49	24,83±1,84	20,07±2,32	100
Жесткость, мг-экв./л	4,53±0,129	3,97±0,12	2,50±1,26	2,80±0,15**	4,23±0,37	4,67±0,78	3,0-7,0
Аммоний, мг/дм <sup>3</sup>	0,001±0,001	0,001±0,001*	0,012±0,004**	0,005±0,001	0,002±0,001	0,002±0,001	0,5
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,137±0,003	0,033±0,002*	0,001±0,001**	0,043±0,001*	0,043±0,002*	0,177±0,023	0,1
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	0,457±0,017	0,423±0,009	0,497±0,006	0,533±0,001	0,300±0,004	0,167±0,029	0,2
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	5,15±0,22	3,67±0,24***	4,44±0,15*	3,63±0,001***	1,67±0,14***	2,91±0,09***	3
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	12,28±1,92	10,65±0,40	0,98±0,74	8,4±0,001	10,08±0,27	8,65±0,44	10-15
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	9,65±0,50	4,44±0,30***	8,99±0,32	1,64±0,001***	1,19±0,02***	2,46±0,21***	40
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	0,013±0,002	0,008±0,001*	0,053±0,017*	0,002±0,001***	0,000±0,000***	0,031±0,0031	0,08
ОМЧ, КОЕ/мл	150,33±10,09	201,33±7,45***	271,67,00±14,57***	191,33±0,001***	201,00±4,73***	27,33±5,49***	3000000

\*P>0,95; \*\* P>0,99.

Биологическое потребление кислорода на протяжении четырех месяцев было повышено относительно оптимальных значений. Что свидетельствует об загрязнении водоема органическими веществами, попадающими в него со сточными водами. Химическое потребление кислорода было на уровне оптимума.

Процессы аммонификации и нитрификации не были нарушены и значения аммония и нитритов было на уровне оптимальных значений и или чуть превышали их. В июле количество нитритов превысило в два раза по

отношению к оптимальным значениям, что сразу повлекло увеличение нитрифицирующих бактерий, и к августу количество нитритов снизилось.

Количество нитратов в начале вегетационного сезона в воде Волги было достаточно большое, но к августу их содержание уменьшилось до оптимальных значений за счет утилизации гидробионтами.

На основании вышеизложенного, можно сделать заключение, что рыбоводные процессы негативного влияния на качество воды в прудовых хозяйствах не оказывают. Количество сульфатов находится в норме, что говорит, по-видимому, о минеральном происхождении сульфатов и в прохождении процессов утилизации сульфатов в рыбоводных хозяйствах во многом способствуют гидробионты. Жесткость воды и содержание железа в прудовых хозяйствах находятся на уровне оптимальных значений и не несут негативного влияния на гидробиоценоз реки Волга.

Фосфаты в воде прудовых хозяйств активно поглощаются микроорганизмами с накоплением фосфатов в виде полифосфатов в клетках, что к концу вегетационного сезона снижает их до оптимальных значений в рыбохозяйственных водоемах. По значениям фосфора в воде качество воды в течение вегетационного сезона относилось к алфа-мезасапробному – полисапробному типу

Процессы аммонификации и нитрификации достаточно активно проходят в прудах, о чем свидетельствует оптимальное количество микроорганизмов, аммония и нитритов. По этим показателям вода в прудах и в реке Волга относится ксеносапробному и олигосапробному типу (чистые воды).

Большое количество нитратов, как правило, указывает на загрязнение водоема в прошлом, в большинстве же случаев, это свидетельствует о полной минерализации азотсодержащих органических веществ. Главными процессами, направленными на понижение концентрации нитратов в исследуемых водоемах, являются потребление их фитопланктоном и денитрофицирующими бактериями, которые при недостатке кислорода используют кислород нитратов на окисление органических веществ. В результате чего количество нитратов снижается до оптимальных значений. В результате качество воды по нитратам в прудах и в реке Волга относилось к олигосапробному и  $\beta$  – мезасапробному типу.

БПК<sub>5</sub> и ХПК в прудах на протяжении вегетационного сезона почти все время оставались на уровне оптимальных значений, лишь в июле незначительно повышалось БПК<sub>5</sub> в связи с повышением количества органических веществ и их окисления. Поэтому по этим значениям качество воды варьировало от  $\beta$  – мезасапробного до полисапробного типа. В Волге же значения БПК<sub>5</sub> были достаточно высокие уже в начале вегетационного сезона, поэтому исключается загрязнение органическими веществами ее воды со стороны прудовых хозяйств.

Количество сульфатов в воде реки Караман в мае и июне было повышено, в июле и августе количество сульфатов снижалось и опять возросло в сентябре и октябре. По-видимому, повышение содержания сульфатов было связано с

органическим загрязнением водоема, т.к. БПК<sub>5</sub>, возросло в 1,5 раза, в это же время возросло и количество микроорганизмов, в данном случае, количество серобактерий, которые окисляют серосодержащие вещества (таблица 3).

Значения жесткости воды превышали оптимальные значения на протяжении всего вегетационного сезона, причем в мае и октябре значения были выше на 42 % относительно оптимума. Лишь в августе количество солей снизилось и жесткость опустилась до оптимальных значений.

Таблица 3 - Некоторые гидрохимические и микробиологические показатели в р. Караман

Показатель	Месяц						ОСТ 15.372 .87
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	46,13±0,98	26,07±6,18**	14,70±3,57**	17,10±1,24***	35,53±3,49	31,6±3,63	100
Жесткость, мг-экв/л	10,67±0,68	7,93±0,42*	7,83±0,17**	5,50±0,68*	8,70±0,79	10,10±0,50	3,0-7,0
Аммоний, мг/дм <sup>3</sup>	0,009±0,002	0,007±0,002	0,003±0,001*	0,002±0,001**	0,006±0,001	0,002±0,001**	0,5
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,099±0,025	0,085±0,008	0,001±0,001	0,053±0,001	0,073±0,007	0,083±0,02	0,1
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	0,380±0,04	0,753±0,09*	1,857±0,03**	1,00±0,001***	0,737±0,06***	1,177±0,08***	0,2
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	3,86±0,19	5,15±0,21**	4,37±0,32	3,62±0,001**	2,89±0,17	3,67±0,06	3
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	9,90±1,91	10,56±0,92	9,80±0,31	9,24±0,001	9,95±0,33	9,58±0,059	10-15
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	18,77±0,26	8,62±0,26**	14,34±0,45**	4,023±0,001***	1,51±0,12**	6,08±0,06**	40
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	0,005±0,001	0,005±0,001	0,002±0,001*	0,004±0,001	0,000±0,000***	0,029±0,015***	0,08
ОМЧ, КОЕ/мл	104,33±4,91	254,00±5,77***	162,33±12,81***	65,00±0,001***	27,00±1,73***	165,67±24,77*	30000 00

\*P>0,95; \*\* P>0,99.

Содержание железа с июня по октябрь было на уровне оптимальных значений и не превышало ПДК.

Количество фосфатов в начале сезона было на уровне оптимума, но в дальнейшем начало расти, и к августу достигло высоких значений, причем этот процесс коррелирует с уменьшением числа микроорганизмов (ОМЧ), которые должны утилизировать фосфор.

Показатель БПК<sub>5</sub>, на протяжении всего вегетационного сезона был несколько повышен, кроме сентября, что говорит об интенсивности

окислительных процессов в водоеме. ХПК оставался на уровне оптимальных значений.

Содержание аммония и нитритов в реке оставалось на уровне оптимальных значений, лишь в октябре было незначительное повышение нитритов, которое не превысило предельно допустимых концентраций. Нитраты в начале вегетационного периода были повышены, что естественно для зимнего количества нитратов. В дальнейшем количество нитратов снижается. В июле и августе количество нитратов снижается, но в октябре их количество вновь возрастает. Здесь налицо увеличение интенсивности процессов нитрификации с ростом ОМЧ, и превращения нитритов в нитраты.

На основании вышеизложенного, можно сделать заключение, что пруды не осуществляют загрязнение сульфатами органического происхождения, т.к. в июне в реке наблюдался скачок количества сульфатов, в прудах же в это время значения сульфатов были на уровне оптимальных значений.

Жесткость в прудах на протяжении вегетационного сезона имела оптимальные значения, в реке значения жесткости превышали ПДК, особенно в начале и конце вегетационного сезона.

Уровень железа в прудах также был на уровне оптимальных значений, в реке в начале вегетационного сезона наблюдалось повышение содержания железа больше чем на 40 %.

Фосфаты в прудах поддерживались микроорганизмами и другими гидробионтами на оптимальных уровнях и не достигали предельно допустимых концентраций. В реке по каким-то причинам содержание фосфатов резко поднималось в середине вегетационного сезона.

Уровни БПК<sub>5</sub> и ХПК были почти все время на уровне оптимума для рыбохозяйственных водоемов, лишь с поступлением излишней органики в водоемы биологическое потребление кислорода повышалось в летние месяцы: июне и июле. По этим показателям качество воды колебалось от олигосапробности к полисапробности и в обратном порядке при протекании процессов самоочищения водоемов.

Процессы аммонификации и нитрификации как в прудах, так и в реке проходили достаточно интенсивно, и содержание аммония и нитритов было в основном на уровне оптимальных значений, а качество воды варьировало от бета-мезосапробности к олигосапробности.

Количество нитратов, как в прудах, так и в реке было достаточно большим, но и здесь налицо проходили процессы утилизации нитратов гидробионтами и процессы денитрификации, что вело к снижению нитратов в воде. В связи с этим качество воды колебалось от бета-мезосапробности до ксеносапробности.

Количество микроорганизмов в прудах находилось на высоком уровне, за счет чего шли все процессы по превращению веществ и утилизации продуктов этих реакций. В реке количество бактерий сильно варьировало. При уменьшении их числа сразу наблюдался рост органических соединений.

**Заключение:** Таким образом, в прудовых хозяйствах вода подвергалась процессам самоочищения и на воду естественных водоемов рыбохозяйственная деятельность негативного влияния не оказывала.

### Список литературы:

1. Васильев А.А. Выращивание осетровых в садках /Васильев А.А., Хандожко Г.А., Гусева Ю.А.// Для специалистов рыбоводных хозяйств, научных работников и студентов сельскохозяйственных специальностей / Саратов, 2012.
2. Васильев А.А. Перспективы развития рыбоводства и платной рыбалки в городской агломерации /Васильев А.А., Руднев М.Ю., Руднева О.Н. // Аграрный научный журнал. 2021. № 6. С. 48-51.
3. Гаврилин К.В. Влияние интенсивного прудового рыбоводства на качество воды в открытом природном водоеме / К.В. Гаврилин, А.В. Ридигер// Международный научный журнал «Символ науки» №5.2016. С.50-53.
4. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
5. ГОСТР 5192-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.
6. Гусев А.Г. Охрана рыбохозяйственных водоемов от загрязнения. / А.Г. Гусев М.: Пищевая промышленность, 1975. 365 с.
7. Гусева Ю.А. Оптимизация кормления -одно из условий получения безопасной рыбной продукции /Гусева Ю.А.//Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2018. № 4 (147). С. 56-63.
8. Пономарев С. В. Аквакультура. / С. В. Пономарев, Ю.М. Баканева, Ю. В. Федоровых. СПб.: Лань, 2017. 440 с.
9. Привезенцев Ю.А. Выращивание рыб в малых водоемах. / Ю.А. Привезенцев М.: Колос, 2000. 128 с.
10. Черепенников А.А. Химия воды и микробиология. / А.А. Черепенников М.: Высшая. школа, 1967. 323 с.

УДК: 639.3.04

## ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

**А.А. ВАСИЛЬЕВ, О.Н. РУДНЕВА, О.А. ГУРКИНА, Е.А. СИДОРОВА,  
А.В. АНДРЕЕВА**

*A.A. Vasiliev, O.N. Rudneva, O. A. Gurkina, E.A. Sidorova, A.V. Andreeva*

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.  
Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье приводятся данные по выращиванию сомов в индустриальных условиях с использованием воды и кормов с измененной молекулярной структурой.

**Ключевые слова:** аквакультура, объекты аквакультуры, динамика роста рыб, рыбоводно-биологические показатели выращивания рыб в УЗВ, корм с измененной молекулярной структурой, кормление, вода с измененной молекулярной структурой, параметры водной среды установка замкнутого водоснабжения.

**Abstract.** The article provides data on the cultivation of sturgeon fish in industrial conditions. The advantages of sturgeon fish and their hybrids as objects of commercial fish farming are shown.

**Key words:** pure forms of sturgeon, hybrid forms, industrial systems, parameters of the aquatic environment, feed, feeding, weight dynamics, fish-breeding and biological indicators.

Поступательное развитие агротехнологий, к сожалению, по сей день так и не решило проблему обеспечения человечества продовольствием. Несмотря на интенсивное развитие мирового сельского хозяйства, в настоящее время, согласно данным Всемирной Продовольственной Программы ООН, на Земле голодают около 795 млн человек, то есть каждый восьмой житель планеты систематически не доедает [12].

Аквакультура в целом, как известно, является на сегодняшний момент флагманом развития мирового животноводства, позволяя получать полноценный пищевой белок от различных гидробионтов, не конкурирующих с человеком в плане использования пространства или пищевых объектов [7-9].

Инновации в аквакультуре включают технологии, которые диверсифицируют экономику и производство продуктов питания, повышают эффективность производства на уровне инкубаторов или ферм, при этом уменьшая воздействие на окружающую среду; технологии, которые

препятствуют возникновению болезней животных и заражению паразитами либо сокращают или прекращают применение противомикробных препаратов; достижения в области рециркуляции воды в прудовых и садковых системах производства аквакультуры; новые ингредиенты для кормов; сокращение выбросов углерода за счет повышения энергоэффективности или регенерации; социальные программы, разработанные для улучшения условий жизни и труда на уровне фермы или перерабатывающего предприятия [13].

Африканский (клариевый) сом был завезен в Европу в конце XX столетия, а в Россию — в 1994 г. Биологические особенности африканского сома делают его одним из перспективных видов рыб для культивирования в установках замкнутого водоснабжения, бассейновых и садковых хозяйств. Он предпочитает температуру воды 25-32°C, обладает высокой толерантностью к повышению содержания в воде соединений азота. Благодаря наличию наджаберного органа сом может переносить предельно низкие концентрации кислорода в воде [3-5]. В естественном ареале Африканский сом является хищником. Однако известно, что он достаточно хорошо растет на кормах с невысоким содержанием в комбикормах протеина [1]. Вместе с тем интенсивность роста рыб увеличивается пропорционально повышению уровня в рационе протеина за счет повышения в комбикорме кормов животного происхождения [6, 10].

**Материалы и методы исследования.** Эксперимент был реализован в научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», на базе установки замкнутого водоснабжения [2]. Объектом для исследования явились особи клариевого сома в количестве 51 экз. и массой около 20,0 г размещенные в два аквариума объемом 250 л каждый [11].

Кормление проводили вручную 3 раза в день кормом для сомов марки «Лимкорм» (сом 40/10) с размером гранул 4 мм. Нормами кормления послужили рекомендации производителя корма, с учетом температуры воды и массы рыбы. Опытная группа получала специально обработанный корм с измененной молекулярной структурой. Также в аквариуме с опытной группой были установлены укупоренные стеклянные емкости воды с измененной молекулярной структурой по 0,5 л («опытная вода») в количестве 2 штук. Энергия от опытной воды в бутылках передавалась воде в аквариуме.

Изменение молекулярной структуры воды и кормов проводили с помощью кристаллических структур, созданной группой российских ученых. Энергия данных структур благотворно влияет на биологические свойства воды и кормов, улучшая их природные свойства.

Схема эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема опыта

Группа	Количество особей	Тип кормления
контрольная	25	корм контрольный
опытная	26	вода и опытный корм

Живую массу сомов определяли методом взвешивания на электронных весах регулярно – один раз в неделю. Контроль за термическим и кислородным режимом осуществляли ежедневно. Эффективность выращивания сомов определяли в конце опыта по рыбоводно-биологическим показателям.

В состав комбикорма для сомов входили следующие компоненты: рыбная мука, пшеница, экстракты белка растительного происхождения, (соевый концентрат, кукурузный глютен), рыбий жир, шрот соевый, порошковый гемоглобин, растительное масло, премикс, комплекс БАВ.

Качественные показатели образца корма для выращивания клариевых сомов в индустриальных условиях представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Качественные показатели образца корма

№	Наименование показателя	Значение (%)
1	Протеин	40,0
2	Жир	10,0
3	Клетчатка	3,5
4	Зола	10,0
5	Перевариваемая энергия, МДж/кг	16,9

В середине и в конце эксперимента собирали кровь рыб в пробирки после отлова из культи хвоста, для определения биохимических показателей.

В это же время были проведены контрольные убои подопытных рыб по 3 шт. из каждой группы для изучения состояния мышечной ткани.

Основными показателями, характеризующими рост и развитие рыбы, являются ее масса и затраты кормов на единицу прироста. Они отражают влияние тех условий кормления и содержания рыбы, в которых она выращивается.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что использование корма и воды с измененной молекулярной структурой для выращивания сомов способствует повышению продуктивности опытных особей по сравнению с контрольными. Динамика роста массы клариевого сома подопытных групп отражена в таблице 3.

Использование обработанного корма и воды с измененной молекулярной структурой для выращивания клариевых сомов увеличивает прирост ихтиомассы.

Таблица 3 – Общая ихтиомасса рыбы при использовании воды и кормов с измененной молекулярной структурой, г

Период, неделя	Группа	
	контрольная	опытная
1	480,0	500,0
5	1900,0	2228,0
9	3060,0	4020,0
15	4300,0	4360,0
20	5827,5	6360,0

Данные таблицы 3 демонстрируют, что за период опыта стабильное увеличение ихтиомассы наблюдалось в опытной группе, где ихтиомасса составила 4360,0 г, что на 60 г выше, чем в контрольной. Результаты учета скормленных кормов по группам представлены в таблице 4.

Кормовой коэффициент был во всех группах на достаточно высоком уровне. Этому способствовала температура воды, которая в больший период исследований была на уровне 28,3 °С.

Таблица 4 - Скармлено кормов при выращивании сомов, кг

Период, неделя	Группа	
	контрольная	опытная
1	0,252	0,252
2	0,252	0,252
3	0,252	0,252
4	0,252	0,252
5	0,490	0,490
6	0,490	0,490
7	0,490	0,490
8	0,490	0,490
9	0,490	0,490
10	0,490	0,490
11	0,560	0,560
12	0,525	0,525
13	0,525	0,525
14	0,525	0,525
15	0,490	0,490
16	0,490	0,490
17	0,490	0,490
18	0,490	0,490
19	0,490	0,490
20	0,490	0,490
Всего	8,771	8,771

За период опыта затраты корма на 1 кг прироста составили: в контрольной группе – 1,63 кг, в опытной – 1,49 кг.

Исследования по химическому составу мышечной ткани проводились в середине и в конце эксперимента. При внешнем осмотре рыбы картина в опытной и контрольной группах существенных отличий не имела. Рыба была гладкая и блестящая.

Для определения содержания влаги, сухого вещества, жира, минеральных веществ (зола), протеина у рыбы удалили кожу. Среднюю часть тела рыбы, ланцетом разрезали по средней линии спины, а двумя вертикальными надрезами отделили участок средней трети спины, срезая слой мышц. Мышечную ткань рыб взвесили, отобрали пробу, измельчили и тщательно перемешали, образцы высушили и провели исследование (таблица 5).

Таблица 5 – Химический состав мышечной ткани сомов при использовании воды и кормов с измененной молекулярной структурой

Вещества	Группа	
	контрольная	опытная
1 забой		
ПВ, %	78,06±0,57	77,40±0,80
Сухое вещество, %	21,94±0,57	22,60±0,80
Протеин, %	22,52±0,56	20,31±2,52
Жир, %	2,02±0,08	2,93±1,03
Зола, %	1,25±0,02	1,25±0,02
Кальций, %	0,14±0,02	0,10±0,02
Фосфор, %	0,23±0,02	0,20±0,01
2 забой		
ПВ, %	77,89±0,56	78,11±0,51
Сухое вещество, %	22,11±0,56	21,89±0,51
Протеин, %	22,64±0,97	22,11±0,86
Жир, %	2,90±0,42	2,39±0,26
Зола, %	1,15±0,06	1,17±0,02
Кальций, %	0,08±0,03	0,07±0,02
Фосфор, %	0,18±0,01	0,17±0,01

Минеральные вещества также содержатся в тканях рыб, поскольку рыбы обитают в среде, отличающейся высоким содержанием солей (от 50 до 290 мг/л). Также в воде присутствует определенное количество газообразного кислорода, что сказывается на количественном содержании и качественном составе минеральных веществ, входящих в состав тканей рыб. Количество минеральных веществ в тканях рыб зависит от физиологического состояния и анатомического строения тканей, а также от биохимических особенностей вида.

По результатам второго исследования заметно увеличение сухого вещества по сомам контрольной группы с 21,94 % до 22,11 %, по опытной группе отмечено незначительное снижение этого показателя.

По содержанию протеина в мышечной ткани лидирует контрольная группа – 22,52-22,64 %, затем опытная группа 20,31-22,11.

Наивысшая жирность мышечной ткани наблюдается у сомов опытной группы после первого забоя, его содержание составляет 2,93 %, затем следуют контрольная группы со следующим значениям –2,02 % соответственно. По результатам второго забоя значения показателей по всем группам претерпели изменения на первое место вышли рыбы контрольной группы со средним значением 2,90 %, затем следует опытная группа со значением 2,39 % соответственно.

Мышечная ткань сомов контрольной группы наиболее насыщена кальцием 0,14 %, у рыб опытных групп содержание этого элемента меньше и составляет 0,10 %. После второго исследования лидерами также остались рыбы контрольной группы – 0,08 %, а у рыб опытной группы данный показатель составляет 0,07 %.

По содержанию фосфора выделяется контрольная группа, где его количество равно 0,23 % после первого исследования и 0,18 % после второго исследования. В опытной группе содержание этого элемента после первого исследования составило 0,20 % и 0,17 % после второго исследования.

При изучении возможности использования воды и кормов с измененной молекулярной структурой, были проанализированы рыбоводно-биологические показатели (таблица 6).

Полученные данные свидетельствуют, что при относительно одинаковой начальной массе рыбы, использование при выращивании опытных групп воды и кормов с измененной молекулярной структурой прирост сомов опытной группы на 512,5 г был выше аналогичного показателя у особей контрольной группы.

Таблица 6 – Рыбоводно- биологические показатели выращивания сомовых рыб при использовании воды и кормов с измененной молекулярной структурой

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Масса рыбы на начало опыта, г	19,2	19,2
Масса рыбы на конец опыта, г	647,5	706,7
Прирост всей рыбы, г	5347,5	5860,0
Затраты корма за период опыта, кг	8,848	8,848
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,63	1,49
Сохранность, %	62,5	80,8

Данные таблицы 6 свидетельствуют о том, что за период опыта стабильное увеличение ихтиомассы наблюдалось в опытной группе, где прирост составил 5860,0 г соответственно, что на 10,0 % выше, чем в контрольной. Необходимо отметить, что в контрольной группе и сохранность поголовья была самой низкой и составила 62,5 %, а опытной – 80,8 %.

Эти данные свидетельствуют о том, что срок выращивания клариевого сома до требуемой навески будет значительно ниже. При этом по затратам

кормов на 1 кг прироста опытная группа рыб также показала лучший результат – 1,49 кг, что 0,14 кг ниже по сравнению с контрольной.

Биохимические показатели крови рыб контрольной и опытных групп не имели существенных отличий.

По результатам, полученным при проведении эксперимента, можно сделать вывод, что использование обработанного корма и воды с измененной молекулярной структурой для выращивания клариевых сомов в промышленных хозяйствах имеет определенные перспективы и требует дальнейшего изучения.

### Список литературы:

1. Бондаренко А.Б. Клариевый сом в России и за рубежом. Перспективы его внедрения для тепловодных хозяйств России / А.Б. Бондаренко, Г.А. Сычев, В.В. Приз // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. Сб. научных трудов ВНИИПРХ. 2005.– Вып.80. – С.213-218.

2. Бритов А.Н. Улучшение показателей состава воды в системе замкнутого водоснабжения при внедрении двухступенчатого механического барабанного фильтра/ А.Н. Бритов, А.А. Васильев // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Материалы V национальной научно-практической конференции. Саратов. 2020. С. 38-42.

3. Власов В.А. Влияние разноразмерных особей в популяции африканского сома на результаты их выращивания. / В.А. Власов, В.В. Дернаков // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. Мат. Межд. науч.-практ. конф. Борок — Москва. РАН. 2007. С. 127-132.

4. Власов В.А. Новый объект аквакультуры России – африканский сом *Clarias gariepinus* / В.А.Власов, А.П. Завьялов, А.В. Гордеев // Холодноводная аквакультура: старт в XXI век. Международный симпозиум. Материалы. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2003. – С.176-177.

5. Власов В.А. Рост и развитие африканского сома (*Clarias gariepinus burchell*) в зависимости от условий кормления и содержания / Власов В.А.// Известия ТСХА. Выпуск 3. 2009. С. 148-156.

6. Гордеев А.В. Выращивание в УЗВ африканского сома. // А.В. Гордеев, В.А. Власов //Материалы научно-практической конференции: Творчество научных изданий КМК. М., 2005. С. 33-35.

7. Киреева И.Ю. Использование ресурсосберегающих технологий в рыбохозяйственных водоёмах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук scholar. 2009.– Т.11, № 1-2 . С.73-76.

8. Котельникова Е.А. Современное развитие аквакультуры в России /Е.А. Котельникова, И.В.Поддубная // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. 2016. С. 56-60.

9. Руднева О.Н. Оплата корма приростом ихтиомассы клариевых сомов, выращенных в УЗВ / О.Н. Руднева, О.А. Гуркина, А.Ю. Михалева // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии. Международная научно-

практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности заслуженного деятеля науки РФ, заслуженного учёного Брянской области, почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича . 2021. С. 175-179.

10. Фатталахи М. Рост африканского сома (*Clarias gariepinus*) в условиях установки с замкнутым водоснабжением (УЗВ)/ М.Фатталахи, В.А. Власов //Межведомственный сборник научных и научно-методических трудов «Проблемы аквакультуры». М.: 2005. С. 21-25.

11. Хандожко Г.А. Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения/ А.А. Васильев, Г.А. Хандожко, Ю.А. Гусева. Саратов, 2011. Издательство Саратовского государственного аграрного университета. 11 с.

12. Никифоров А.И. Интегрированные системы в мировой аквакультуре / Никифоров А.И., Круглова Д.К., Савцова Я.С. [Электронный ресурс] <https://mgimo.ru/upload/iblock/e8e/integrirrovannye-sistemy-v-mirovoj-akvakulture.pdf>(Дата обращения 15.08.2021)

13. Инновационные технологии в аквакультуре [Электронный ресурс] URL:<http://www.fao.org/3/na401ru/na401ru.pdf> (Дата обращения 15.08.2021)

## НОВЫЕ ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ ФОРЕЛИ ПРИ САДКОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ

В.Н. ВОРОНИН<sup>1,2</sup>, А.С. ДУДИН<sup>2</sup>, Т.М. КУДРЯВЦЕВА<sup>1</sup>

V.N. Voronin<sup>1,2</sup>, A.S. Dudin<sup>2</sup>, T.M. Kudriavceva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
ветеринарной медицины»

<sup>2</sup> - Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ им. Л.С.  
Берга)

<sup>1</sup> - St.-Petersburg State University of Veterinary Medicine

<sup>2</sup> - Saint-Petersburg branch of <VNIRO> (GosNIORKH them L.S. Berg)

**Аннотация.** На основании оригинальных и литературных данных приводится информация о заражении форели при садковом выращивании помимо *Argulus foliaceus* новыми паразитическими ракообразными (*Lernaea elegans*, *Caligus lacustris*, *Ergasilus sieboldi*) и вызываемыми ими болезнями.

**Ключевые слова:** форель, садковое выращивание, паразитические рачки, крустацеозы,

**Abstract.** Based on original and paper data, information is provided on trout infection during cage cultivation in addition to *Argulus foliaceus* with new parasitic crustaceans (*Lernaea elegans*, *Caligus lacustris*, *Ergasilus sieboldi*) and the diseases caused by them.

**Key worlds:** rainbow trout, the cage rearing, parasitic crustaceans, crustaceosis

По своим климатическим условиям Северо-Западный регион России в основном подходит для выращивания холодолюбивых рыб, к которым относятся лососёвые и сиговые. Лидерами по выращиванию форели являются Республика Карелия и Ленинградская область. Товарное выращивание осуществляется в садках, установленных в озёрах и реках. При этом паразиты аборигенных диких видов рыб имеют возможность проникать в садки и вызывать различные заболевания у культивируемых объектов, в первую очередь у форели. Из крустацеозов при выращивании форели в садках ранее отмечали только аргулёз [1]. Наши недавние исследования и литературные данные свидетельствуют о появлении при садковом форелеводстве трёх новых крустацеозов – лернеоза, калигоза и эргазилёза.

Сбор материала проводили с 2015 по 2021 год включительно в садковых форелевых хозяйствах Ленинградской области. В августе 2020 года в одном небольшом хозяйстве, расположенном на юге Ленинградской области, произошла вспышка болезни у форели средним весом 300 г. Температура воды

составляла 20°C. Первоначально рыбоводы отметили беспокойное поведение рыб, а затем появление на их теле многочисленных мелких язв. У всех привезённых для диагностического исследования 10 экземпляров рыб по всему телу, особенно у основания плавников и около ануса, имелись множественные мелкие покраснения и язвочки диаметром 5-10 мм, из центра которых выступало одно небольшое палочкоподобное образование. В ходе микроскопирования этих «образований» выяснилось, что многие из них имели на конце по два тонких выроста, напоминающих яйцевые мешки. Передняя часть тела паразитов была погружена в мышцы рыбы и крепко «заякорена» с помощью имеющихся головных выростов. Учитывая, что паразиты по форме напоминали тонкую палочку, имели длину 8-10 мм, характерное строение рогоподобных головных выростов и яйцевые мешки, они были определены нами как рачки вида *Lernaea elegans*. Хорошо известно, что это теплолюбивый паразит, обычный для карпа и растительноядных рыб в прудовых хозяйствах на юге и в центральной части России [5]. Массовое заражение форели этим паразитом в северо-западном регионе при её содержании в садках крайне необычный случай. Поэтому наблюдение за состоянием форели было продолжено в мае 2021 года. В ходе проведённого поверхностного осмотра в этом хозяйстве большого числа рыб (около 50 экз.) рачков найти не удалось. Язвочки и другие кожные повреждения также отсутствовали. Таким образом за период с сентября 2020 года по май 2021 года произошла не только гибель рачков, но и полное восстановление кожных покровов у рыб. Запланировано дальнейшее наблюдение за состоянием рыб в этом хозяйстве. Хотя гибели рыб от этих рачков не было отмечено, появление вызванных ими многочисленных мелких язвочек на теле форели может стать проблемой при её реализации через торговую сеть в осенний период. Ранее в русскоязычной литературе был описан только один случай заражения и гибели лососёвых от *Lernaea elegans*. В прудах рыбопитомника «Пуща водица» с начала августа 1986 года началась гибель производителей и ремонта стальноголового лосося, которая привела к гибели около 60% рыб. Средняя интенсивность инвазии составила 37 рачков на рыбу при максимальной – 70 экземпляров. Помимо взрослых рачков в соскобах с поверхности тела и жабр отмечалось большое число копеподитных стадий, до 200 на рыбу. Паразиты локализовались преимущественно у основания плавников, вокруг глаз, на жабрах и ротовой полости. Рыба не питалась, наблюдались её конвульсивные движения. В августе 1988 года этими же исследователями была отмечена вспышка лернеоза, но уже у форели Дональдсона [4]. К сожалению, в статье не указана температура воды в прудах в ходе болезни.

В то время как информация о *Lernaea elegans* подробно изложена в учебнике «Ихтиопатология», то другому паразиту, *Caligus lacustris*, в этом издании посвящены всего три предложения, в которых сообщается о длине тела рачка (4 - 7 мм) и наличии у него головогрудного щитка овальной формы [5]. Отсутствует крайне важная информация, что его личиночная стадия (халимус) крепко прикрепляется к хвосту или телу рыбы с помощью тонкого,

трубкообразного головного выроста. Взрослые особи без этого выроста, они свободно плавают в воде и нападают на рыбу. Потревоженные рачки могут открепиться и поэтому не всегда заметны. Как и аргулюса, их можно обнаружить на рыбе в конце лета или осенью. Первый случай массового заражения радужной форели *Caligus lacustris* при выращивании в садках был зарегистрирован в 1986 году в Польше. Заражённость рыб составила 100% при интенсивности 1-8 рачка на рыбу [7]. Ещё ранее было описано массовое заражение молоди сигов при выращивании в садках, размещённых в озере «Учёное» в Псковской области [2]. В последние годы всё больший размах приобретает выращивание радужной форели в садках, установленных в Ладожском озере. Всего было отмечено три случая калигоза форели, из них один зарегистрирован нами в хозяйстве в границах Ленинградской области и два, по литературным данным, в Республики Карелия. На одном из них карельскими исследователями были проведены наблюдения по заражению рыб с 2015 по 2018 годы. Экстенсивность инвазии варьировала по годам от 9.1% до 90% при средней интенсивности от 1 до 13 рачков на рыбу при максимальной – 30 экземпляров. Наивысший уровень интенсивности инвазии был отмечен в августе 2016 года. Гибель заражённых рыб не отмечена [6]. С учётом потепления климата не исключено, что этот вид рачка со временем может стать большой проблемой для садкового форелеводства на Северо-Западе РФ.

Третий вид рачка, *Ergasilus sieboldi*, в отличие от первых двух, является жаберным паразитом. Круг видов рыб, его хозяев, довольно большой. Отмечены многочисленные случаи массовых инвазий рыб, в первую очередь сиговых и линя в мелководных водоёмах [5]. Его длина составляет 1.0-1.5 мм. На передней, расширенной части тела имеется пара крупных, прикрепительных «когтей», на задней, сегментированной части, располагаются 5 пар плавательных ножек. Из-за сравнительно крупных размеров и расположения на внешней стороне жаберных дуг, этих рачков хорошо видно даже без просмотра жабр под микроскопом. Прочно вцепляясь своими «когтями» в мягкую ткань жаберных лепестков, эти паразиты травмируют и разрушают её, вплоть до некроза. Согласно литературным данным, особую опасность *E. sieboldi* представляет для сиговодства в условиях мелководных водоёмов [5]. Учитывая, что садки форелевых хозяйств обычно размещают на глубоких и холодноводных водоёмах, заражение рыб этим видом рачков отмечается сравнительно редко. Недавно был описан случай эргазилёза форели в двух садковых хозяйствах Московской области, расположенных в обводненных карьерах, образованных после добычи песка [3]. Двухгодичные исследования показали, что максимально были заражены пятилетки во второй половине августа, причём в среднем на жабрах каждой рыбы присутствовало 3170 экземпляров рачков при диапазоне от 2535 до 3679 экземпляров. В то же время у рыб младших возрастных групп средняя интенсивность инвазии не превышала 10 экз. рачков. Также интерес представляют сведения, что поздней осенью, при понижении температуры воды до 5°C, высокий уровень заражённости пятилеток сохранился почти без изменений. Не удивительно, что

при таком огромном количестве рачков на жабрах форели, рыбы выглядели больными, плавали у поверхности воды. При вскрытии сильно заражённых форелей была отмечена отечность и ослизненность жабр, а также анемия жаберных лепестков. Лечебные мероприятия в публикации не описаны [3].

Таким образом кростацеозы, как особая группа болезней форели, вызываемых ракообразными, могут отмечаться в условиях садковой аквакультуры. Из 4-х видов возбудителей, три, паразитируя на коже, могут вызывать поражения, ухудшающие внешний вид рыбы и способные затруднить её реализацию.

### Список литературы:

1. Воронин В. Н. Болезни рыб при индустриальном рыбоводстве / В. Н. Воронин, А. С. Дудин, Н. Б. Чернышева // Рыбохозяйственные исследования на водных объектах Европейской части России. Сборник научных работ, посвящённых 100-летию ГосНИОРХ. – СПб, 2014. – С. 56-87.
2. Воронин В. Н., Чернышёва Н. Б. Болезни и паразиты рыб при садковом выращивании в условиях Северо-Запада / В. Н. Воронин, Н. Б. Чернышёва // Тезисы докладов 7-го Всесоюзного совещания по паразитам и болезням рыб. – Ленинград, 1979. – С. 20-21.
3. Головина Н. А. Эргазилез у рыб при выращивании в садках / Н. А. Головина, П. П. Головин, Н. Н. Романова // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Материалы V национальной научно-практической конференции: Калининград, 2020 г. Саратовский ГАУ. – Саратов: Амирит, 2020. – С. 63-65.
4. Гуньковский С. А. Лернеоз у искусственно выращиваемых лососёвых / С. А. Гуньковский, Г. А. Худолей // Вестник зоологии. 1989. – №1. – С. 65-67.
5. Ихтиопатология / Н. А. Головина, Ю. А. Стрелков, В. Н. Воронин, П. П. Головин, Е. Б. Евдокимова, Л. Н. Юхименко. / Под ред. Н.А. Головиной. М.: Колос, 2010. – 512 с.
6. Parshukov A., Vlasenko P., Simonov E., Ieshko E., Burdukovskaya T., Anikieva L., Kashinskaya E., Andree K. B., Solovyev M. Parasitic copepods *Caligus lacustris* (Copepoda: Caligidae) on the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in cage aquaculture: morphology, population demography and first insights into phylogenetic relationships. Parasitology Research. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07198-5>.
7. Rokicki J. Copepods of the Salmonidae in the Bay of Puck. Wiad. Parazyt. 1986. – Vol. 32. – P. 509-510.

## ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРУДА НА БАЛКЕ УЛЕКТЫ В ЗКО

<sup>1</sup>А.К. ДНЕКЕШЕВ, <sup>1</sup>А.М. ТУЛЕУОВ, <sup>2</sup>Л.И. БАЙТЛЕСОВА,  
<sup>2</sup>А.К. ДНЕКЕШЕВ

<sup>1</sup>A.K. Dnekeshev, <sup>1</sup>A.M. Tuleuov, <sup>2</sup>L.I. Bytlesova, <sup>2</sup>A.K. Dnekeshev

<sup>1</sup>Западно-Казахстанский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», г. Уральск,

<sup>2</sup>ЧВПОУ Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, г. Уральск

<sup>1</sup>West Kazakhstan branch of «Research and Production Center for Fisheries» LLP, Uralsk.

<sup>2</sup> West Kazakhstan Innovative and Technological University, Uralsk

**Аннотация.** В статье описаны гидрологические и гидрохимические условия для жизнедеятельности ихтиофауны и кормовых беспозвоночных пруда на балке Улекты по Западно-Казахстанской области за 2020 год. У данного водоема определили основные показатели анализа следующих параметров природной воды (рН, перманганатная окисляемость и общая жесткость воды, сухой остаток) и биогенов (ионы аммония, нитраты, нитриты и фосфаты).

**Ключевые слова:** естественные водоемы ЗКО, гидрохимический анализ природных вод, растворённый кислород, органическое вещество, биогенные соединения, минерализация воды.

**Abstract.** The article describes the hydrological and hydrochemical conditions for the life of ichthyofauna and forage invertebrates of the pond on the Ulekty gully in the West Kazakhstan region for 2020. For this reservoir, the main indicators of the analysis of the following parameters of natural water (pH, permanganate oxidizability and total water hardness, dry residue) and biogens (ammonium ions, nitrates, nitrites and phosphates) were determined.

**Key words:** natural reservoirs of the West Kazakhstan region, hydrochemical analysis of natural waters, dissolved oxygen, organic matter, biogenic compounds, mineralization of water.

**Введение.** В Республике Казахстан использование водоёмов в рыбохозяйственных целях имеет четыре направления: промысловое рыболовство, озёрно-товарное рыбоводство, садковое рыбоводство и спортивно-любительское рыболовство. Под первую категорию попадают крупные рыбохозяйственные водоёмы (не менее 200га), требующие

минимальных вложений, продуктивность которых целиком опосредована природными условиями. Под категорию «озёрно-товарное рыбоводство» подходит значительная группа как небольших, так и средних водоёмов, прошедших реконструкцию ихтиофауны в пользу более ценных, прежде всего карпа. Также данные водоёмы подвергаются комплексу серьёзных мелиоративных мероприятий для повышения продуктивности. Это и нормализация гидрологических условий, и искусственное внесение удобрений, удаление избытков органики через выкос излишней растительности. Садковое рыбоводство включает в себя разведение рыбы в изолированных ёмкостях, запросто промываемых током воды. Питание промысловых гидробионтов при этом обеспечивается целиком и полностью за счёт искусственного кормления. Все указанные пути эксплуатации рыбохозяйственных водоёмов направлены на получение товарной продукции, в связи с чем большое значение имеют их продуктивность в зависимости от трудозатрат.

В условиях повсеместного сокращения промысловых запасов рыбы, товарное рыбоводство приобретает особую актуальность. Причины этого - возможность выбирать объект культивирования в соответствии с запросами рынка; рыбопродукция, многократно превышающая естественные значения. Поэтому увеличение объемов товарной рыбопродукции за счет развития аквакультуры, может быть одним из путей снижения нагрузки на природные рыбные запасы.

В Западно-Казахстанской области имеется обширный фонд естественных водоемов (озер и прудов), представляющий хорошую перспективу для развития рыбных хозяйств по направлению озёрно-товарного рыбоводства, и промысла в дальнейшем более ценных (карпа), рыб. Плановое и научное ведение рыбного хозяйства с гидрохимическим анализом природных вод на таких водоемах местного значения, имеет значение для сохранения и развития отрасли в масштабе региона [4,5].

Целью нашего научного исследования являлось изучение и оценка основных, показателей гидрологического и гидрохимического анализа природных вод пруда на балке Улекты по Западно-Казахстанской области за 2020 год.

***Материал и методы исследований.*** Материалы по исследованию гидрологического и гидрохимического анализа природных вод пруда на балке Улекты по Западно-Казахстанской области собирали в осенний период (сентябрь) 2020г., в соответствии с рабочей программой научно-исследовательской работы.

Анализы на значения общих гидрохимических параметров (рН, перманганатная окисляемость и общая жесткость воды, сухой остаток) и биогенов (ионы аммония, нитраты, нитриты и фосфаты) были проведены в аккредитованной лаборатории ТОО «Орал-Жер». Интерпретация данных была проведена в соответствии с нормативами, принятыми для рыбохозяйственных водоемов [2,6].

***Результаты исследований.***

Пруд на балке Улекты административно расположен на территории Теректинского района в 2 км к северо-западу от районного центра села Фёдоровка и в тридцати километрах к востоку от областного центра города Уральска.

Водоём представляет собой перегороженную глухой земляной дамбой балку, по которой талые воды стекают в верховья реки Барбастау.

Внешний вид водоёма представлен на рисунке.



Рисунок - Внешний вид (спутниковый снимок) пруда на балке Улекты

Правый берег пруда слегка возвышенный, изрезанный, с двумя небольшими узкими заливами, по которым весной стекает талая вода. Левый берег пологий, с двумя широкими мелкими заливами. В тёплое время года здесь развиваются обширные заросли рдеста блестящего, служащие нерестовым субстратом для летненерестующих фитофильных видов рыб, убежищем для молоди рыб и основным источником детрита для последующего развития зообентоса - естественной кормовой базы промысловых видов рыб.

Протяжённость пруда на балке Улекты по руслу составляет 2,6 км. Протяжённость береговой линии, включая заливы - 8,1 км. Согласно Перечню рыбохозяйственных водоёмов местного значения Западно-Казахстанской области [3] пруд на балке Улекты имеет площадь 18 га.

Средние глубины в пруду составляют около 2,5-3 м. Максимальная глубина отмечалась в предплотинной части – 6,0 м. Температура воды во время обследования в поверхностном слое составила 20,5°C, в придонной области

18,3°C. Водородный показатель в воде водоема имел значение близкое к нейтральному - 7,86.

Образование химического состава природных вод пруда на балке Улекты происходит путем смешения менее минерализованных почвенно-поверхностных вод периода весеннего половодья с водами «зимнего остатка» в водоеме, а затем - в результате подтока сильно минерализованных грунтовых вод, испарения с водной поверхности, образования льда и более интенсивно протекающих здесь биологических и химических процессов. Минерализация и химический состав русловых вод весеннего половодья, наполняющих озерные котловины, в свою очередь зависят от степени засоленности почвенно-грунтовой толщи водосборов легкорастворимыми солями [1].

Концентрация биогенных соединений в воде данного водоема в целом обеспечивает развитие водной флоры. Главным индикатором параметров, показывающим состояние гидрохимического режима водоемов, является минерализация воды. Минерализация данного пруда выше, чем других исследованных рядом водохранилищ питающих от рек. По степени минерализации вода солоноватая 1850,0 мг/дм<sup>3</sup> (таблица).

Таблица - Основные гидрохимические показатели пруда на балке Улекты, сентябрь 2020 г.

рН	Растворённый О <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Биогенные соединения, мг/дм <sup>3</sup>				Органическое вещество, мг экв. О/дм <sup>3</sup>	Минерализация воды, мг/дм <sup>3</sup>
		NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PPO <sub>4</sub>		
7,86	6,4/2,6	1,75	2,3	0,042	0,11	23,6	1850
6,5-8,5	≥6,0	<2,0	<45,0	<3,3	<1,0	<35,0	<2000

*Примечание. В значении содержания растворённого кислорода в числителе дроби - содержание кислорода в поверхностном слое, в знаменателе – в придонном.*

Уровень азот- и фосфорсодержащих соединений не превышает оптимальной величины, характерной для водоемов подобного типа, которое обусловлено поступлением его в составе речных вод в период весеннего паводка. Перманганатная окисляемость не высокая - 23,6 мг/дм<sup>3</sup>. Это свидетельствует о неинтенсивном протекании окислительных процессов. Преобладающая активная среда (рН) воды - близка к нейтральной - 7,86. Содержание кислорода у поверхности водоема было удовлетворительным - 6,4 мг/дм<sup>3</sup>, в придонном был равен - 2,6 мг/дм<sup>3</sup>, диоксид углерода не был обнаружен.

Остальные гидрохимические показатели на уровне, удовлетворяющем нормативные требования для рыбохозяйственных водоемов.

В целом гидрохимический режим пруда на балке Улекты благоприятен для обитания карповых рыб, а также кормовых гидробионтов, однако заиливание с каждым годом водоема после интенсивного таяния снегов ухудшает их состояние. Как правило, последствиями значительного заиливания является

закисление водной среды, повышение биохимического потребления кислорода, и как следствие этого - дефицит растворенного кислорода в воде. При большой толщине илового слоя водоема, происходит усиленное газообразование сероводорода и метана, которое создает опасность с замора в зимний подледный период. Выделяющиеся из толщи ила токсичные газы, из-за толстого ледового покрова не могут выходить наружу, тем самым, ухудшая качество водной среды.

**Заключение.** Таким образом, полученные в соответствии с рабочей программой научно-исследовательской работы в осенний период (сентябрь) 2020г., материалы свидетельствуют об удовлетворительном гидрологическом и гидрохимическом режиме пруда на балке Улекты. Водная среда была благоприятной для жизнедеятельности рыб и кормовых организмов. Биогенные соединения в водоеме по количеству вполне достаточны для развития продукционных процессов. Концентрация минерального растворенного фосфора находится на достаточном уровне для развития гидрофауны.

На основе полученных аналитических данных можно заключить, что в осенний период значение изученных гидрохимических параметров пруда соответствовало нормативным требованиям, установленным под категорию «озёрно-товарное рыбоводство» рыбохозяйственных водоемов.

Дополнительно рекомендуем в зимний период организацию мониторинга газового режима, когда значение концентрации растворённого кислорода в водоеме должно быть ещё ниже чем в осенний период. И при снижении концентрации растворённого кислорода в водоеме ниже отметки 4,0 мг/дм<sup>3</sup> проводить противозаморные мероприятия: прорубка прорубей и майн, активная аэрация с помощью компрессорных установок.

### **Список литературы:**

1. Дмитриев, М.Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде / М.Т. Дмитриев, Н.И. Казнина, Н.А. Пигнина . - М.:Химия, 1989. - 367 с.

2. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов: Утв. Нач. Главрыбвода Минрыбхоза СССР В.А. Измайловым 09.08.90. М., 1990. 46 с.

3. Об утверждении перечня рыбохозяйственных водоемов и (или) участков местного значения. Постановление акимата Западно-Казахстанской области от 22.12.2014 № 325.

4. Правила подготовки биологического обоснования на пользование животным миром. Утв. приказом министра сельского хозяйства РК 6. 04. 2010. № 233.

5. Правила подготовки биологического обоснования на пользование животным миром. Утв. приказом министра окружающей среды и водных ресурсов хозяйства РК 04. 04. 2014. № 104.

6. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 51 с.

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ И ВЕСОВОЕ СООТНОШЕНИЕ ИХТИОФАУНЫ КИРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗАПАДНО- КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>А.К. ДНЕКЕШЕВ, <sup>2</sup>М.С. СЕИТОВ, <sup>2</sup>Р.Ш. ТАЙГУЗИН,  
<sup>3</sup>А.К. ДНЕКЕШЕВ,

<sup>1</sup>A.K. Dnekeshev, <sup>2</sup>M.S. Seitov, <sup>2</sup>R.Sh. Tajguzin, <sup>3</sup>A.K. Dnekeshev

<sup>1</sup>Западно-Казахстанский филиал ТОО «Научно-производственный  
центр рыбного хозяйства», г. Уральск,

<sup>2</sup>ФГБОУ Оренбургский государственный аграрный университет,  
г. Оренбург,

<sup>3</sup>ЧВПОУ Западно-Казахстанский инновационно-технологический  
университет, г. Уральск.

<sup>1</sup>West Kazakhstan branch of «Research and Production Center for Fisheries»  
LLP, Uralsk,

<sup>2</sup>FSBEI Orenburg State Agrarian University, Orenburg,

<sup>3</sup>West Kazakhstan Innovative and Technological University, Uralsk.

**Аннотация.** В статье описывается количественное и весовое соотношение рыб, выловленное в различных орудиях лова на Кировском водохранилище Западно-Казахстанской области за 2020 год, для определения в дальнейшем общего допустимого улова на 2021 год.

**Ключевые слова:** Кировское водохранилище, количественное и весовое соотношение рыб, общий допустимый улов (ОДУ), упитанность рыб по Фультону.

**Abstract.** The article describes the quantitative and weight ratio of fish caught in various fishing gear at the Kirov reservoir of the West Kazakhstan region in 2020, in order to determine in the future the total allowable catch for 2021.

**Key words:** Kirov reservoir, quantitative and weight ratio of fish, total allowable catch (TAC), fatness of fish according to Fulton.

**Введение.** Развитие искусственных водоемов (водохранилищ) Западно-Казахстанского областного резервного фонда имеет важное значения для развития рыбоводства в программе решения аграрного промышленного комплекса Республики Казахстан. Увеличение объемов промысла в водоемах искусственного фонда способствует снижению промысловой нагрузки на рыбные запасы на крупных естественных и искусственных водоемах республиканского значения. В Западно-Казахстанской области имеется обширный фонд средних искусственных водоемов, представляющий хорошую

перспективу для развития рыбного промысла и аквакультуры. Плановое ведение рыбного хозяйства на таких средних водохранилищах местного значения, имеет важное значение для данной отрасли сельского хозяйства, в масштабе региона, закрепленный за частным природопользователем [8,9].

Водоемы Урало-Кушумской водно-оросительной системы в числе множества возложенных на них функций, также имеют и рыбохозяйственное значение. Исторически сложилось, что река Кушум является одним из основных путей нерестовых миграций уральной ихтиофауны. Беспрепятственный обмен ихтиофауны стал предпосылкой того, что некоторая часть уральной популяции рыбы оседает здесь, образуя кушумскую субпопуляцию. В результате многолетних исследований [2-4] на этом водоеме было отмечено наличие практически всех видов уральной ихтиофауны, и в таком количестве, при котором стало возможным ведение промысла.

Каскад водохранилищ, созданный в 60-70 гг. XX столетия, внес некоторые коррективы. В результате изменения гидрологического режима, увеличилась зарастаемость водоема, процессы седиментации мелкодисперсной органики также возросли. Для рыбного хозяйства это имело двойные последствия - с одной стороны, таким образом, произошло естественное увеличение кормовой базы рыб. С другой стороны, постоянно прогрессирующие процессы зарастания водоема имели негативные последствия, такие как увеличение риска заморов, как в зимний период стагнации, так и в весенне-летний период активной вегетации.

Возведение плотин на реке Кушум однозначно имело положительное значение для развития рыбохозяйственной отрасли. Однако при этом не оговариваются негативные последствия создания Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы, исследование которых не является задачей данной работы.

Как известно, Кировское водохранилище является первым в очереди Урало-Кушумской системы, в связи с этим смешение условий трех типов водоемов (крупной реки, малой реки и водоема с полупроточным режимом) здесь выражено в наибольшей степени. Сложившиеся условия благоприятствуют развитию, как кормовой базы рыб, так и собственно ихтиофауны.

Целью нашего исследования являлось изучения количественного и весового соотношения рыб, выловленное в различных орудиях лова на Кировском водохранилище Западно-Казахстанской области за 2020 год.

**Материал и методы исследований.** Материалы для исследований собирали в осенний период (сентябрь) 2020 г., в соответствии с рабочей программой научно-исследовательской работы. Орудием для проведения ихтиологических исследований использовали пассивные орудия лова - ставные жаберные сети. Для наибольшего охвата популяций исследуемых видов рыб планируется использовать капроновые сети с размерами ячеи 20, 30, 40, 50, 60 и 70 мм. Сбор материала для расчетов численности популяций рыб проводился по общепринятым в ихтиологии методикам [5,7,10].

**Результаты исследований.** Как уже было отмечено выше, Кировское водохранилище является первым в каскаде Урало-Каспийской оросительно-обводнительной системы [1]. Площадь его согласно Списку рыбохозяйственных водоёмов местного значения ЗКО [6] составляет 3000 га, однако площадь акватории, охватываемой рыбохозяйственным устройством ТОО «Фирма-Актилек составляет всего 756 га. Схема Кировского водохранилища с указанием точек отбора проб представлена на рисунке.

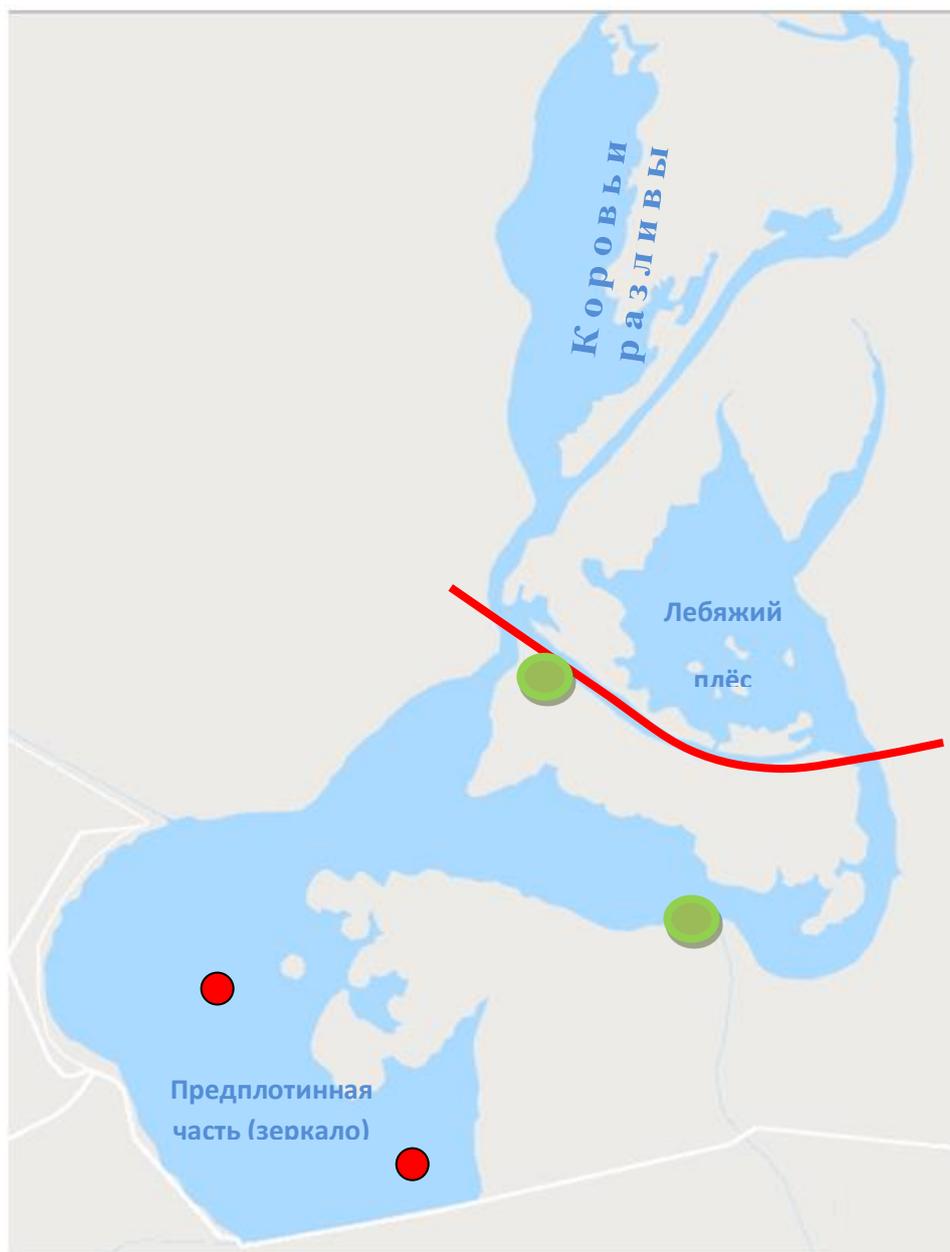


Рисунок - Схема Кировского водохранилища:

- - точки отбора проб;
- - граница рыбохозяйственного устройства;
- - рекомендуемые места для проведения зарыбления.

Для Кировского водохранилища, особенно его хвостовой и периферийной части, и, в меньшей степени, для предплотинной, характерна зарастаемость высшей водной растительностью. Она составляет более 60%. Прибрежная часть занята тростником, в то время как дно устилает роголистник. С одной стороны, таким образом, создаются благоприятные условия для развития кормовой базы и нереста фиитофильных видов рыб. С другой стороны на окисление органики расходуется довольно значительное количество кислорода, и в отсутствии газообмена через поверхность воды в зимний период может наблюдаться его дефицит. Если добавить к этому довольно малые глубины (в русловой части в среднем 2,0 м, а на значительной части предплотинной акватории глубина составляет менее 1 м), то можно сделать вывод о том, что Кировское водохранилище является замороопасным водоемом и требует соответствующего комплекса зимних мелиоративных мероприятий, направленных на снижение риска зимних заморов.

Наполнение Кировского водохранилища осуществляется через уральный отток Кушум. В связи с тем, что 2020 год, как и предыдущие, был маловодным, уровень водохранилища продолжал уменьшаться.

Основу ихтиофауны составляют виды, обитающие в реке Урал. Видовой состав Кировского водохранилища по данным исследований 2009-2020 гг. представлен в таблице 1.

Таблица - 1 Видовой состав и распределение промысловой ихтиофауны Кировского водохранилища.

Наименование вида		Статус вида
латинское	русское	
<i>Esox lucius</i> L., 1758	Щука*	Аб., Пром.
<i>Abramis brama</i> L., 1758	Лещ*	Аб., Пром.
<i>Aspius aspius</i> (L., 1758)	Жерех*	Аб., Пром.
<i>Ballerus ballerus</i> (L., 1758)	Синец*	Аб., Пром.
<i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758)	Густера	Аб., Пром.
<i>Carasius carassius</i> (L., 1758)	Карась золотой	Аб., Непром.
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Карась серебряный*	Аб., Пром.
<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758	Сазан	Аб., Пром.
<i>Leuciscus idus</i> (L., 1758)	Язь	Аб., Пром.
<i>Pelecus cultratus</i> (L., 1758)	Чехонь	Аб., Пром.
<i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758)	Плотва*	Аб., Пром.
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758)	Красноперка	Аб., Пром.
<i>Tinca tinca</i> L., 1758	Линь	Аб., Пром.
<i>Silurius glanis</i> L., 1758	Сом	Аб., Пром.
<i>Acerina cernua</i> (L., 1758)	Ёрш	Аб., Непром.
<i>Perca fluviatilis</i> L., 1758	Окунь*	Аб., Пром.
<i>Sander lucioperca</i> (L., 1758)	Судак	Аб., Пром.
Итого: 17 видов, 6 – в уловах 2020 г.		
Примечания: * Вид, встречавшийся в уловах 2020 года		

По исторически сложившейся естественной системе оттока Кушум проходили ежегодные миграции идущих на нерест рыб. После зарегулирования

реки и образования Кушумского канала с каскадом водохранилищ, естественные нерестовые пути не были заблокированы. В то же время были созданы условия для того, чтобы часть нерестующих популяций оставалась здесь на продолжительное время, вплоть до акклиматизации. Вопрос со статусом этих видов остается открытым, требует специальных исследований, которые не входят в круг поставленных задач. В связи с этим, по сложившейся традиции эти виды входят в видовые списки как аборигенные.

В таблицах 2 и 3 отражены количественное и весовое соотношения в научно-исследовательских ловах 2020 года. Более половины улова по численности пришлось на сети с диаметром ячеи 40-50 мм, а по биомассе - на сети с диаметром ячеи 60-70мм.

Таблица 2 - Количественное соотношение рыб в различных орудиях лова на Кировском водохранилище, 2020 г.

Виды		Характеристика орудий лова						
		Ставные жаберные сети						
		Всего по видам, экз.	d=20 мм	d=30 мм	d=40 мм	d=50 мм	d=60 мм	d=70 мм
Щука	%	9	33,3	80	3,9	1,5	2,9	0
Лещ	%	198	0	20	90,2	98,5	94,3	100
Карась серебряный	%	1	0	0	0	0	2,9	0
Плотва	%	2	33,3	0	2	0	0	0
Окунь	%	3	33,3	0	3,9	0	0	0
Итого	экз.	213	3	5	51	68	35	51
	%	100	1,4	2,3	23,9	31,9	16,4	23,9

Средний вес рыбы в научно-исследовательском улове составил 450 г, что почти в два раза было больше, чем в прошлые два года (264 и 254 г соответственно). В видовом отношении наиболее распространённым в уловах был лещ.

Щука в научно-исследовательских уловах была представлена на 4,2 % от общего количества пойманных рыб. В выборку попали двух-семилетние особи. Упитанность пойманных рыб по Фультону в среднем составила 0,95, по Кларк - 0,87, что меньше среднегололетних значений (соответственно 1,10 и 1,02).

Доля леща в научно-исследовательских уловах 2020 года составила 93,0 % от общего количества пойманной рыбы. Таким образом, как было сказано выше, лещ был наиболее часто залавливаемым видом. Исследованная часть популяции была представлена пяти-десятилетними особями. Упитанность пойманных рыб по Фультону в среднем составила 2,21, по Кларк - 1,97.

Таблица 3 - Весовое соотношение рыб в различных орудиях лова на Кировском водохранилище, 2020 г.

Виды		Характеристика орудий лова						
		Ставные жаберные сети						
		Всего по	d=20	d=30	d=40	d=50	d=60	d=70

		видам, кг	мм	мм	мм	мм	мм	мм
Щука	%	8,233	49,9	90,6	9,3	10,6	10,9	0
Лещ	%	85,74	0	9,4	84,7	89,4	86,1	100
Карась серебряный	%	0,734	0	0	0	0	3,1	0
Плотва	%	0,45	20,6	0	2,4	0	0	0
Окунь	%	0,685	29,5	0	3,7	0	0	0
Итого	кг	95,842	0,567	1,625	14,164	24,164	23,868	31,454
	%	100	0,6	1,7	14,8	25,2	24,9	32,8

Доля серебряного карася в научно-исследовательских уловах на Кировском водохранилище составила 0,5 % от общего количества пойманной рыбы, пришедшиеся на одну семилетнюю самку. Упитанность пойманной рыбы по Фультону составила 4,53, по Кларк - 3,33.

Плотва в научно-исследовательских уловах на Кировском водохранилище была представлена на 0,9 % от общего количества пойманных рыб. В выборку попали четырёх-семилетние самки. Упитанность пойманных рыб по Фультону в среднем была 2,35, по Кларк - 1,95.

Окунь в научно-исследовательских уловах на Кировском водохранилище был представлен на 1,4 % от общего количества пойманных рыб. В выборку попали четырёх-шестилетние особи. Упитанность пойманных рыб по Фультону в среднем составила 2,26, по Кларк - 2,01.

**Заключение.** Таким образом, как мы видим, в научно-исследовательских уловах на Кировском водохранилище в 2020 году присутствовало шесть промысловых видов рыб и беспозвоночных. Значения улова на усилие составили 16,0 кг/сеть сутки. Улов был достаточно равномерно распределён с различными параметрами ячеи. В количественном отношении более уловистыми были среднежачные сети, в то время как в весовом - крупноячейные. Средний вес пойманной рыбы составил 450 грамм. В видовом отношении наиболее распространённым в уловах был лещ. Было отмечено увеличение средних размерно-весовых показателей для всех исследованных видов, что может объясняться временем проведения исследований - осенью. В целом состояние ихтиофауны Кировского водохранилища в 2020 году следует оценивать как удовлетворительное.

### Список литературы:

1. Бассейн Урала: история, география, экология. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008.
2. Биологическое обоснование общих допустимых уловов (ОДУ) на Кировском водохранилище на 2017 г. Биологическое обоснование. - Уральск: ЗКФ КазНИИРХ.
3. Биологическое обоснование предельно допустимых уловов (ПДУ) на Кировском водохранилище на 2018 год. Биологическое обоснование. Уральск: ЗКФ КазНИИРХ.

4. Биологическое обоснование предельно допустимых уловов (ПДУ) на Кировском водохранилище на 2019 год. Уральск: ЗКФ КазНИИРХ. – 2018.
5. Кушнаренок А.И., Лугарев Е.С. Оценка численности рыб по уловам пассивными орудиями лова. М., 1998.
6. О внесении изменений в Постановление акимата ЗКО от 22.12.2014 г. № 325 «Об утверждении перечня рыбохозяйственных водоемов и (или) участков местного значения». Постановление акимата ЗКО от 16.06.2017 г. № 176.
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966.
8. Правила подготовки биологического обоснования на пользование животным миром. Утв. приказом министра сельского хозяйства РК 6. 04. 2010. N 233.
9. Правила подготовки биологического обоснования на пользование животным миром. Утв. приказом министра окружающей среды и водных ресурсов хозяйства РК 04. 04. 2014. N 104.
10. Чугунова Н.И. Методика изучения возраста и роста рыб. М.: Советская наука, 1952.

## ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ В КОРМЛЕНИИ РЫБ

Э.Л. ЗИАНБЕТОВА

E.L. Zianbetova

*Оренбургский государственный университет*

Orenburg State University

**Аннотация.** В статье представлены результаты серий экспериментов, проводимых на базе Оренбургского государственного университета по использованию микроэлементов (железо, кобальт, медь, цинк) в ультрадисперсной форме в кормлении рыб (карповые, осетровые).

**Ключевые слова:** кормление, микроэлементы, ультрадисперсные частицы, железо, кобальт, медь, цинк

**Abstract.** The article presents the results of a series of experiments conducted on the basis of the Orenburg State University on the use of trace elements (iron, cobalt, copper, zinc) in an ultrafine form in feeding fish (carp, sturgeon).

**Key words:** feeding, trace elements, ultrafine particles, iron, cobalt, copper, zinc

Аквакультура является одной из самых перспективных и быстрорастущих отраслей в мировом производстве продуктов питания, с ожидаемым двукратным ростом производства продукции в течение ближайших двух десятилетий. Между тем интенсивное развитие аквакультуры сопряжено с целым рядом неблагоприятных изменений, в том числе с загрязнением окружающей среды; ухудшением качества воды и питания объектов аквакультуры; обеднением продукции по содержанию жизненно необходимых элементов, нарушением иммунитета.

Микроэлементы – это химические элементы, необходимые для протекания жизненно важных процессов в живых организмах и содержащиеся в них в очень небольших количествах [6]. Поддержание в тканях концентраций на физиологическом уровне необходимо для гомеостаза организма рыб [9]. Необходимыми для жизнедеятельности считаются более 30 элементов, среди них: кобальт, железо, кремний, марганец, медь, молибден, никель, селен, фтор, цинк и другие [14]. Избыток или недостаток микроэлементов может привести к нарушению нормальной жизнедеятельности, выражающийся снижением интенсивности роста и возникновению патологических изменений [8].

Корма, которые используются в рыбоводстве, должны обеспечивать интенсивный рост и развитие рыб, иметь оптимальный баланс основных питательных веществ, а также должны содержать комплекс минеральных и

биологически активных веществ, витаминов и т.д. Одним из способов повышения эффективности кормления рыб является включение микроэлементов в рацион рыб в ультрадисперсной форме [5].

Механизм действия ультрадисперсных частиц (УДЧ) металлов на организм животных в настоящее время изучается многими учеными, что связано с набором уникальных свойств, которые радикально отличаются от свойств этого же вещества в форме сплошных фаз или макроскопических дисперсий. УДЧ имеют высокую удельную поверхность (в расчете на единицу массы), что увеличивает их адсорбционную емкость, каталитические свойства и химическую реакционную способность [4, 10], воздействуя на биологические объекты на клеточном уровне, внося свою избыточную энергию, повышающую эффективность протекающих процессов, а также, участвуя в процессах микроэлементного баланса.

Синтез минералов с модифицированной поверхностью и создание на их основе веществ с заданными свойствами положили начало целому научному направлению в ветеринарии. Изменение состава и структуры вещества позволяют создавать принципиально новые препараты, например, биологически активные кормовые добавки [12].

К настоящему времени в мире уже зарегистрировано и выпускается более 4000 наименований материалов на основе ультрадисперсных частиц металлов (т.е. структур в диапазоне размеров до 100 нм).

На базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры Оренбургского государственного университета проведены серии экспериментов по изучению специфической активности ультрадисперсных частиц металлов в кормлении рыб [3, 13]. Исследования показали, что включение в рацион карпа УДЧ Fe ( $100 \pm 2$  нм), синтезированные методом высокотемпературной конденсации на установке Миген-3, дозировкой 30 мг/кг корма позволяет увеличить интенсивность роста рыб до 8%. Перспективно совместное включение в рацион УДЧ Fe и пробиотиков (*Bifidobacterium bifidum*), выражающееся в повышении интенсивности роста рыб, в снижении концентрации токсических элементов в организме рыб, что объясняется синергизмом действия данных препаратов, высокой биодоступностью железа в наноформе на фоне благотворного воздействия пробиотика на микробиоценоз кишечника рыб.

Сравнительный анализ включения в рацион карпа железа и кобальта в форме минеральных солей ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  дозой 30 мг/кг корма и  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (дозой 0,08 мг/кг корма) и УДЧ (сплав Fe-Co (соотношение 70%-30%) размером 62,5 нм), показал эффективность ультрадисперсных частиц. Введение в рацион рыбы железа и кобальта в форме солей повышает интенсивность роста на 9,5 %, а в форме УДЧ на 15 % по сравнению с контролем. Кроме того, установлено, что действие УДЧ сплава Fe-Co носит дозозависимый характер и при дозе 40 мг/кг снижается биодоступность Fe на 27% ( $P < 0,001$ ) и Co на 11,3% ( $P < 0,05$ ) относительно контроля, что отразилось на достоверном снижении в теле рыб концентрации Ca на 31,1%, Mg на 10,0%,

Na на 7,5%, P на 26,2%, Cu на 18,1%, I на 55,0%, Mn на 21,1%, Se на 33,2%, Zn на 19,0%, As на 16,0 %, B на 29,5%, Li на 8,1%, Ni на 14,1% и V на 24,5%, относительно контроля. Введение УДЧ сплава Fe-Co дозировкой 20 и 30 мг/кг приводило к увеличению содержания большинства эссенциальных микроэлементов [1, 11].

Включение в рацион молоди осетровых рыб (стерлядь, ленский осетр) УДЧ сплава меди и цинка (соотношение 40%(Cu):60%(Zn),  $d=55\pm 15$  нм;  $\zeta = 31\pm 0,1$  мВ,  $S_{уд} = 9\pm 0,8$  м<sup>2</sup>/г, «Передовые порошковые технологии», г. Томск) в дозировке 2,84 мг/кг корма положительно влияет на интенсивность роста рыб – повышение массы до 20-30 % по сравнению с контролем и на физиологическое состояние рыб [2, 7].

Таким образом, уникальные свойства ультрадисперсных частиц металлов-микроэлементов, такие как устойчивая сорбция биомолекул, малые размеры, сопоставимые с биомолекулами, биосовместимость и высокая поверхностная энергия открывают широкие перспективы их использования в кормлении рыб. В частности, УДЧ Fe и УДЧ сплава Fe-Co могут стать альтернативной формой изучаемых элементов в питании, особенно для лечения и профилактики железодефицитной анемии рыб.

#### Список литературы:

1. Antagonist metal alloy nanoparticles of iron and cobalt: impact on trace element metabolism in carp and chicken / E. Miroshnikova, A. Arinzhanov, Y. Kilyakova, E. Sizova, S. Miroshnikov // Human & Veterinary Medicine. International Journal of the Bioflux Society. 2015. Vol. 7. Iss. 4. - P. 253-259.

2. Аринжанов, А.Е. Изучение влияние ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn на продуктивность ленского осетра / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Нанотехнологии в сельском хозяйстве: перспективы и риски. Материалы международной научно-практической конференции. Оренбург. 2018. С. 29-33.

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

4. Аринжанов, А.Е. Перспективы использования наночастиц в животноводстве (обзор) / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 2 (85). С. 7-12.

5. Аринжанов, А.Е. Продуктивное действие совместного использования наночастиц железа и биодобавок в питании рыб / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // В сборнике: Нанотехнологии в сельском хозяйстве: перспективы и риски. Материалы международной научно-практической конференции. Оренбург. 2018. С. 33-37.

6. Васильев, А.А. Продуктивность карпа при использовании в кормлении органического микроэлементного комплекса / А.А. Васильев // Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбоводства: материалы

Международной научно-практической конференции (Саратов, 02–03 марта 2017 г). Саратов. 2017. С. 53-57.

7. Гематологические параметры молоди стерляди на фоне совместного использования культуры *Bacillus Subtilis* и наночастиц сплава Cu-Zn / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова, М.С. Мирошникова, К.А. Маленкина, И.С. Мирошников // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 3. С. 100-109.

8. Измайлович, И.Б. Ультрадисперсные порошки металлов - новое поколение микроэлементов / И.Б. Измайлович, Н.Н. Якимович // Животноводство и ветеринарная медицина. 2018. № 4. С. 7-11.

9. Минеральные элементы в кормах и метод их анализа: монография / В.М. Косолапов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, В.Г. Косолапова - М., Угрешская типография. 2019. 272 с.

10. Мирошников, С.А. Наноматериалы в животноводстве (обзор) / С.А. Мирошников, Е.А. Сизова // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 7-22.

11. Мирошникова, Е.П. Влияние наночастиц различной дозировки на продуктивность карпа и обмен химических элементов / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 5. С. 30-32.

12. Мирошникова, Е.П. Особенности обмена химических элементов в организме рыб при введении в рацион биодобавок и наночастиц железа / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 6 (206). С. 80-84.

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

14. Орлова, А.С. Использование природных минеральных кормовых добавок в составе комбикормов для карпа / А.С. Орлова, И.А. Шайдуллин // В мире научных открытий: Материалы IV Всероссийской студенческой научной конференции (с международным участием). Ульяновск. 2015. С. 86-88.

УДК: 631.6

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА В 2020 ГОДУ

М.А. ИГНАТЕНКО

M. A. Ignatenko

Азово-Черноморское территориальное управление  
Федерального агентства по рыболовству

Azov-Black Sea Territorial Administration of the  
Federal Agency for Fishery

**Аннотация.** Развитие рыбохозяйственного комплекса Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна неразрывно связано с проведением мелиоративных мероприятий, направленных на создание оптимальных условий для естественного воспроизводства рыбных запасов, осуществления аквакультуры, а также организации рационального ведения промысла.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственная мелиорация, водные объекты, водные биологические ресурсы.

**Abstract.** The development of the fishery complex of Azov-Black Sea fisheries basin is inextricably linked with the implementation of reclamation measures aimed at creating optimal conditions for the natural reproduction of fish stocks, the implementation of aquaculture, as well as the organization of rational fishing.

**Keywords:** fishery reclamation, water objects, aquatic biological resources.

Наше время со всей остротой выдвинуло перед человечеством новую глобальную проблему - сохранение окружающей среды.

Разнообразная хозяйственная деятельность человека привела к резкому изменению гидрологического режима практически всех внутренних водоемов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, сокращению площади естественных нерестилищ, обеднению кормовой базы и, в конечном счете, к уменьшению запасов и уловов ценных промысловых видов рыб.

В сложившейся ситуации развитие рыбной отрасли страны, в первую очередь, связано с увеличением рыбопродуктивности внутренних водоемов путем создания благоприятных условий для естественного воспроизводства водных биологических ресурсов, организацией рационального ведения рыболовства, а также оптимальным осуществлением товарного рыбоводства, в том числе и пастбищной аквакультуры.

В последнее время недостаточная продуктивность внутренних водоемов все чаще возвращает к идее о проведении рыбохозяйственной мелиорации.

Согласно действующему законодательству Российской Федерации под рыбохозяйственной мелиорацией понимается комплекс мероприятий, направленных на улучшение параметров природной среды, в целях создания условий для сохранения и рационального использования водных биоресурсов, а также обеспечения производства продукции аквакультуры.

Определен и круг параметров (гидрологические, гидрогеохимические, экологические) состояния водных объектов, на улучшение которых должны быть направлены мелиоративные мероприятия.

Таким образом, проведение мелиоративных мероприятий ведет к целенаправленному изменению ряда параметров водной среды, которые в перспективе должны обеспечить достижение высоких экономических показателей в области, как рыболовства, так и аквакультуры.

В соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 26.12.2014 № 530 «Об утверждении Порядка проведения рыбохозяйственной мелиорации водных объектов» рыбохозяйственная мелиорация осуществляется путем проведения следующих мероприятий:



*Рисунок 1. Мероприятия, относящиеся к рыбохозяйственной мелиорации*

В тоже время действующая нормативная база допускает использование для осуществления рыбохозяйственной мелиорации как собственные средства юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, так и средства федерального бюджета.

Данная норма права позволяет рыболовным предприятиям всех форм собственности участвовать в проведении мелиоративных мероприятий на водных объектах Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

Азово-Черноморским территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству ежегодно, на основании поступивших заявок от юридических лиц, граждан, индивидуальных предпринимателей, органов

государственной власти субъектов Российской Федерации, формируется план мероприятий по рыбохозяйственной мелиорации водных объектов.

Бюджетные учреждения осуществляют мероприятия в соответствии с утвержденным государственным заданием.

Так, в 2020 году в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне мероприятия по улучшению показателей гидрологического, гидрогеохимического, экологического состояния водных объектов в целях создания условий для сохранения и рационального использования водных биологических ресурсов, а также обеспечения производства продукции аквакультуры осуществляли шесть предприятий на территории четырех субъектов Российской Федерации (рисунок 2).

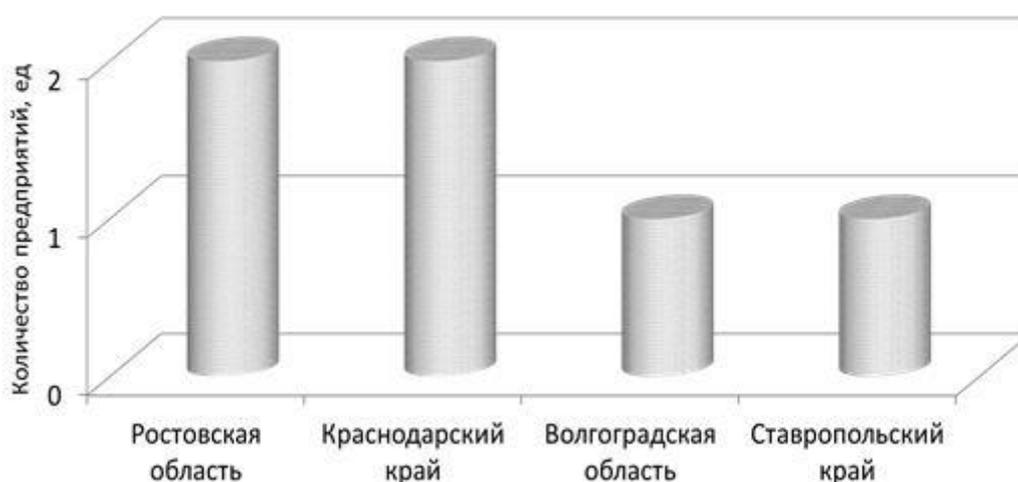


Рисунок 2. Количество предприятий, осуществляющих мелиоративные мероприятия в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне в 2020 году

Необходимо отметить, что вышеуказанные мероприятия проводились как за счет собственных средств хозяйствующих субъектов, так и за средства федерального бюджета в рамках проведения работ, утвержденных государственным заданием (рисунок 3).

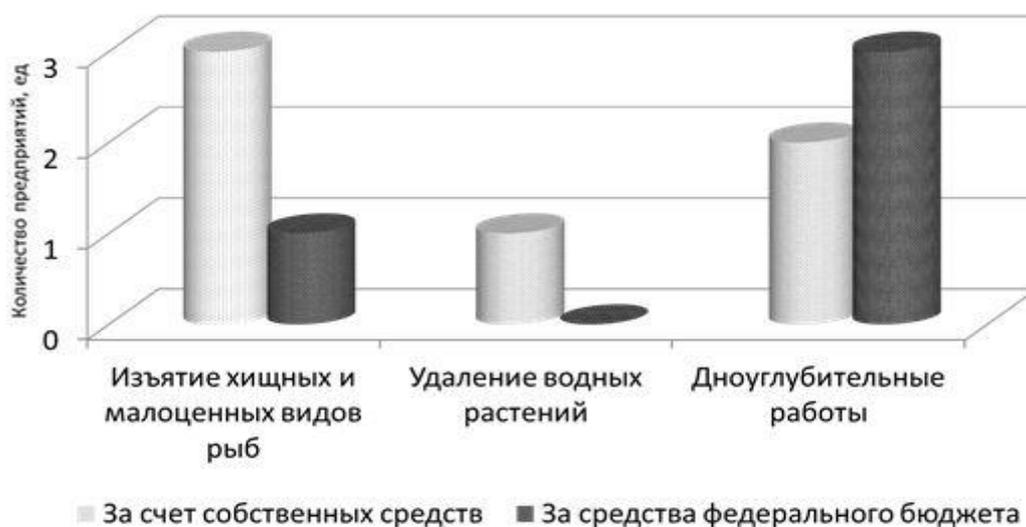


Рисунок 3. Количество предприятий осуществляющих в 2020 году мелиоративные работы за счет различных субвенций

К сожалению, в связи с тем, что проведение работ по удалению водной растительности, а также выемке грунта требует значительных финансовых затрат, эти виды мелиоративных работ осуществляются хозяйствующими субъектами в основном за счет средств федерального бюджета.

Преимущественно, рыбоводными хозяйствами юга России проводятся мелиоративные работы в части изъятия хищных и малоценных видов рыб (рисунок 4).

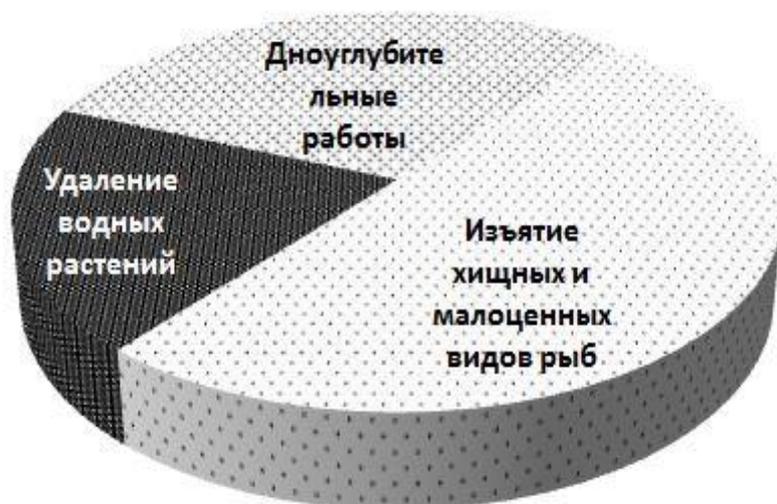


Рисунок 4. Соотношение видов мелиоративных работ, выполненных хозяйствующими субъектами в 2020 году

Залог успеха в аквакультуре во многом зависит от качества мелиоративной подготовки водоема и своевременности её проведения.

В целях увеличения производства продукции аквакультуры в акватории предоставленных в пользование рыбоводных участков наиболее востребованным видом мелиоративных работ является отлов хищных и малоценных видов рыб.

В 2020 году изъятие хищных и малоценных видов рыб в акватории рыбоводных участков, расположенных на территории Ростовской области и Ставропольского края осуществляли три предприятия. Работы проводились за счет собственных средств предприятий.

Кроме того, изъятие хищных и малоценных видов рыб проводилось на территории Краснодарского края в рамках государственного задания по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов, в целях предотвращения выедания выпускаемой молоди ценных видов промысловых рыб в местах их выпуска.

Всего в 2020 году в рамках проведения работ по рыбохозяйственной мелиорации изъято около 100,0 тонн хищных и малоценных видов рыб пятью рыбоводными хозяйствами (рисунок 4).

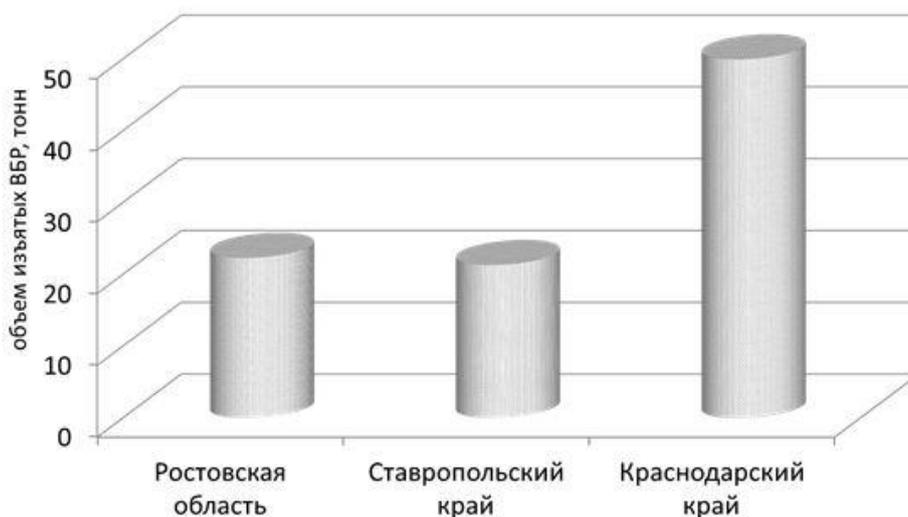


Рисунок 5. Объем изъятых хищных и малоценных видов рыб в 2020 году на водных объектах Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна

Дноуглубительные работы, а также работы по расчистке проток, устьев и русел рек выполнялись в 2020 году на водных объектах рыбохозяйственного значения Краснодарского края и Волгоградской области тремя предприятиями за счет средств федерального бюджета. В ходе проведенных работ общий объем извлеченного грунта составил 937,1 тыс. м<sup>3</sup> (рисунок 6).

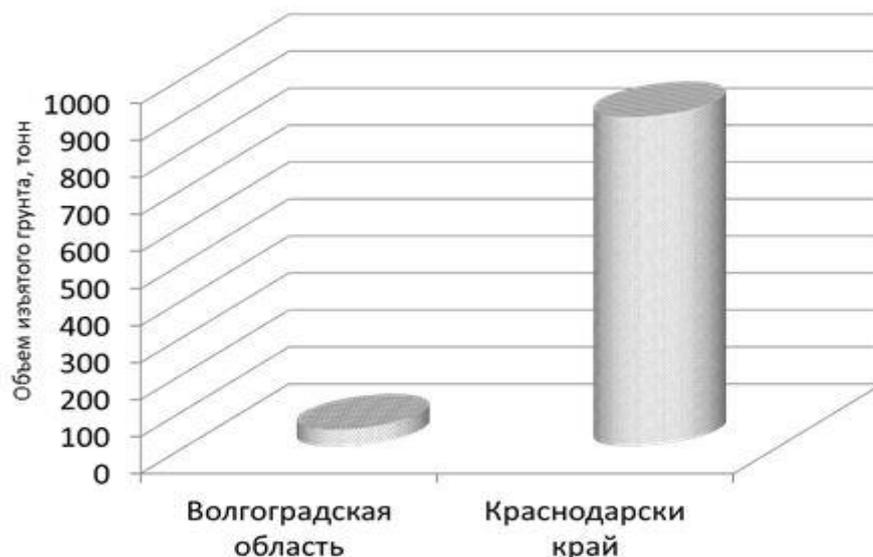


Рисунок 6. Объем извлеченного грунта при проведении дноуглубительных работ в 2020 году

Большую роль в создании благоприятных условий для сохранения водных биоресурсов, а также повышении продуктивности рыбохозяйственных водоемов играют мероприятия по удалению водных растений из водного объекта.

На водных объектах рыбохозяйственного значения Краснодарского края удаление водной растительности в акватории водных объектов рыбохозяйственного значения осуществлялось за счет средств федерального бюджета. По итогам проведенных работ удалена водная растительность на площади более 6,5 тыс. га.

В Ростовской области в 2020 году работы по удалению водных растений проводились в акватории всего одного рыбноводного участка на площади 35,0 га. Следует отметить, что на данном рыбноводном участке работы по выкосу высшей водной растительности ведутся рыбноводным хозяйством на протяжении вот уже нескольких лет за счет собственных средств.

Несмотря на то, что проведение всех видов мелиоративных работ требует значительных финансовых вложений, их реализация позволит окупить планируемые затраты и существенно увеличить рентабельность рыбного хозяйства Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ КАК МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ОБЪЕКТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ

М.Л. КАЛАЙДА, С.Д. БОРИСОВА, М.Э. ГОРДЕЕВА, М.Ф. ХАМИТОВА

M.L. Kalaida, S. D. Borisova, M. E. Gordeeva, M. F. Khamitova

*Казанский государственный энергетический университет*

Kazan State Power Engineering University

**Аннотация.** Рассмотрены тенденции в представлении об интенсификации рыбоводства. Показано, что в условиях высокоинтенсивных форм индустриального рыбоводства использование цифровых технологий может рассматриваться как комплексный метод современной интенсификации процесса производства объектов аквакультуры.

**Ключевые слова:** *аквакультура, интенсификация, индустриальное рыбоводство, цифровые технологии, электронный каталог, база данных, микрочипы.*

**Abstract.** Trends in the reporting on intensification of fish farming are considered. It has been shown that in conditions of high-intensity forms of industrial fish farming the use of digital technologies can be considered as a complex method of modern intensification of the process of production of aquaculture objects.

**Key words:** *aquaculture, intensification, industrial fish farming, digital technologies, electronic catalogue, database, microchip.*

Исторически в развитии аквакультуры выделяются:

✓ экстенсивное рыбоводство, ориентированное на выращивание рыбной продукции на естественной кормовой базе в водоемах разной трофности с рыбопродуктивностью от нескольких кг/га в олиготрофных форелевых хозяйствах до 200 кг/га в эвтрофных прудовых хозяйствах;

✓ интенсивное рыбоводство на базе естественных водоемов, включающее увеличение плотности посадки, кормление искусственными кормами, поликультуру, различные приемы мелиорации, позволяющие повысить рыбопродуктивность до 30 ц/га;

✓ интенсивное индустриальное рыбоводство на базе установок с замкнутым циклом водоснабжения с адаптированными методами интенсификации для круглогодичной эксплуатации водных экосистем с возможностью увеличения рыбопродуктивности до 300 и более кг/м<sup>3</sup>.

Развитие высокоинтенсивных форм индустриального рыбоводства еще более усиливает тенденции, сложившиеся к концу XX столетия, когда к

методам интенсификации стали относить только те формы, которые позволяли увеличить рыбопродуктивность со скоростью, превышающей рост затрат на производство единицы рыбной продукции. С этих позиций современным направлением интенсификации рыбоводного процесса является использование цифровых технологий, которые не только вносят изменения в жизнь человека, но и меняют структуру экономики и определяют новые требования к организации биотехнологических процессов. О значении цифровизации в развитии производств свидетельствуют последние документы [1].

Агропромышленный комплекс – одна из наиболее динамичных и перспективных точек приложения инфокоммуникационных технологий. Большая территория России, большие площади сельскохозяйственных угодий, в то же время исторически сложившая низкая эффективность использования сельскохозяйственных земель и в целом масса нерешенных вопросов в сельском хозяйстве создают предпосылки для его цифровизации.

В настоящее время цифровизации сельского хозяйства уделяется повышенное внимание, в том числе и на государственном уровне. Разработана Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы [2].

Среди наиболее перспективных направлений - развитие аквакультуры: в проекте Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса до 2030 года запланировано производство более 600 тыс. тонн [3].

Цифровизация в аквакультуре проявляется уже при использовании наборов данных, что, например, экспертам ФАО позволяет вырабатывать масштабные, целенаправленные и целостные решения в определении приоритетов развития, содействовать цифровизации производственно-сбытовых цепочек и обеспечению прослеживаемости рыбной продукции на пути к конечному потребителю [4].

К современным трендам в развитии цифровых технологий в аквакультуре относятся: обработка больших объемов данных, прогностические модели и искусственный интеллект. Современные информационные технологии используются и в производственно-сбытовой цепочке аквакультуры для обеспечения эффективности в кормлении, обнаружении заболеваний, прогнозировании роста, мониторинге окружающей среды, являясь в этом случае методом повышения продуктивности аквакультуры, то есть современным методом интенсификации рыбоводства.

При высокоиндустриальном производстве объектов аквакультуры качество воды становится важнейшим параметром. Цифровизация и автоматизация контроля качества воды заставляет активно использовать средства автоматизированного контроля. Так, разработана система планирования ресурсов аквакультуры (ARP) [5]. Система состоит из интеграции беспроводной сенсорной сети (WSN) на основе протокола Zigbee для мониторинга воды и облачного подхода (SaaS) для сбора и обработки данных. Система авторов [6] обеспечивает прогнозирование и автоматическое управление качеством воды, поддержку разведения и продажи пресноводной

рыбы, а также предоставляет потребителям исторические данные о сельском хозяйстве с помощью тега QR-кода на продукте. Технология онлайн-мониторинга в режиме реального времени была внедрена в садковое выращивание для мониторинга параметров качества воды с целью повышения эффективности и снижения рисков [7].

В России уже создан и функционирует в тестовом режиме облачный сервис SmartFishFarm. Сервис удаленно собирает телеметрию рыб и анализирует более 20 параметров аквафермы. Это состояние воды, виды и расход кормов, режим кормления, расход воды и электричества, количество и качество сбоев или поломок оборудования, скорость роста и нагула рыбы и многое другое. Таким образом, исключаются ошибки управления и расчетов, в разы снижается количество аварий, которые по статистике приносят до 30% убытков на рыбных фермах. В итоге значительно повышается рентабельность и прибыльность хозяйства. На данный момент сервис SmartFishFarm доступен для широкого использования в индустриальном рыбоводстве [8].

Перспективной цифровой технологией является создание искусственного интеллекта в аквакультуре, задачами которого является интерпретация автоматизированной интеллектуальной задачи. Использование моделей искусственного интеллекта (например, современных методологий обработки данных) быстро развивается в мировом рыбном хозяйстве [9, 10]. В России используется интеллектуальная система «АКВАЛ», которая собирает массивы данных о работе производителей и с помощью нейронных сетей и искусственного интеллекта анализирует их и выдает хозяйствам персонализированные сценарии выращивания рыбы с советами о том, как нужно изменить технологический процесс для достижения максимальной эффективности. Практически искусственный интеллект выполняет аудиторские функции. В результате эта система позволяет хозяйствам ускорить процесс выращивания до 15 %, сэкономить до 20 % корма, а еще снизить влияние человеческого фактора и в несколько раз сократить затраты на персонал [10].

Следует отметить основное отличие цифровых технологий как метода интенсификации от других методов интенсификации рыбоводства: он усиливает не одно направление производства, а сразу комплексно всю систему производства. Примером служит разработанный в России и не имеющий мировых аналогов «Инновационный умный рыбный центр GRAZIERY» [11], который выполняет сразу три функции: кормушки, анализатора, контроллера. Он помогает сэкономить рыбоведам именно на кормах, а корма составляют около 50% всех расходов в аквакультуре. Ручное кормление всегда связано с человеческим фактором, и практика показывает высокую, до 30%, неточность в определении доз кормления. Настройка и управление автоматическими кормушками – это довольно простой и наглядный процесс, не требующий обучения, с которым может справиться практически любой сотрудник фермы. Практически происходит ускорение оперативности в обработке информации на основе которой принимаются экономически значимые решения.

Значимым направлением цифровизации является создание цифрового контента, включая электронные каталоги объектов индустриальной аквакультуры, которые позволяют упростить и оптимизировать процесс производства рыбной продукции.

Электронный каталог – это информационная система, содержащая сведения об объектах индустриальной аквакультуры для заинтересованных в данной области лиц.

Анализ патентных исследований (просмотрено более 60 патентов) показал, что зарегистрированных баз данных или программ для ЭВМ в области аквакультуры недостаточно. Найденные программы для ЭВМ в области индустриального рыбоводства связаны с процессами расчета доз кормления, учета рыбы и т.д (табл.1).

Таблица 1

Патентный поиск по теме электронных каталогов в области аквакультуры

№ охранных документов, заявка, патент (11) или (21)	Дата опубликования (43) или (45)	Страна Выдачи Патента (19)	Название изобретения (54)
2018621041	10.07.2018	РФ	База данных по ихтиологии
2016620907	20.07.2016	РФ	База данных комплексного гидрохимического, радиохимического, гидробиологического и ихтиологического мониторинга водных объектов в зоне влияния Балтийской АЭС и в бассейне реки Неман
2018618192	10.07.2018	РФ	Автоматизированная система «Электронный реестр водоемов»
2018619345	03.08.2018	РФ	Электронный атлас типовых акустических изображений промысловых видов рыб Дальневосточных морей России
2013620982	20.09.2013	РФ	Каталог коллекции тканей севрюги ( <i>Acipenser stellatus</i> ) для молекулярно-генетического анализа
2013620894	2013-09-20	РФ	База данных «Паразиты проходных и полупроходных лососевых рыб Дальнего Востока»
2021620790	20.04.2021	РФ	Перечень нерестилищ полупроходных и речных рыб в реке Волга и ее водотоках
2016620963	20.08.2016	РФ	Промысловые рыбы пресноводных водоемов Карелии
2019616293	22.05.2019	РФ	М2-Рыбовод
2019621184	04.07.2019	РФ	Транскриптом иммунных органов омуля байкальского <i>Coregonus migratoriu</i>

2014620745	20.06.2014	РФ	Промеры учетной траловой съемки для оценки запасов донных рыб в Азовском море
2013621295	20.12.2013	РФ	Биологический анализ осетровых рыб на контрольно-наблюдательных пунктах
2017620551	22.05.2017	РФ	Паразитологические исследования рыб
2017611141	19.01.2017	РФ	Автоматическое построение трехмерной модели рыбы и определение ее морфометрических параметров

Создание электронных каталогов объектов индустриальной аквакультуры позволяет систематизировать многочисленные и разнообразные данные, в том числе бонитировочные, по объектам товарной аквакультуры, облегчая выбор предпочитаемого объекта выращивания начинающим фермерам и в целом оптимизировать процесс производства.

В процессе создания электронного каталога можно выделить некоторые стадии:

- 1) Разработка содержимого каталога и формирование его общей структуры;
- 2) Формирование информационной модели;
- 3) Наполнение каталога контентом;
- 4) Выпуск тиража (в случае электронного каталога на носителе);
- 5) Регулярное обновление.

Создание электронных каталогов сопровождается ускорением развития методов персонификации рыб в аквакультуре. Проведение бонитировки рыб ценных видов с внедренными микрочипами увеличивают возможности цифровизации процесса. Технология RFID (Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в транспондере, или RFID-метке [12], которая хранит уникальный номер животного и с помощью специальной антенны может передать его на считыватель, поднесенный на определенное расстояние. Чип вместе с антенной упаковывается в специальную капсулу из биосовместимого стекла с покрытием, исключая аллергические реакции, отторжение или перемещение под кожей. Для внедрения чипов используют многоразовые имплантаторы, кроме того современные производители предлагают капсулы с чипом в специальной игле или одноразовом шприце, что позволит гарантировать стерильность во время процедуры.

Микрочип не является электронным хранилищем большого массива данных, на нем записан только персональный 15-ти-значный цифровой или буквенный код присвоенный животному.

На данный момент в рыбоводстве коды регламентируются внутри предприятий и преследуют цели идентификации производителей для каждого отдельного хозяйства. Для сельскохозяйственных животных существует установленный регламент – первые три значения – цифровой код страны,

следующие четыре – код производителя чипа или код продукта, и последние восемь - индивидуальный код животного [12]. Описывают идентификацию животных с использованием систем RFID стандарты ISO 11784, ISO 11785, ISO 14223. Подобное кодирование позволяет объединить информацию о животных в единые базы данных.

В электронном каталоге используют базы данных и он может заменить бонитировочный рабочий журнал, в который записывают следующую информацию [13]: наименование производственного участка, дата проведения операций с рыбой, вид и возраст рыбы, с которой производятся операции, производственные номера бассейнов (водоемов, в которых содержится данная рыба), содержание операции, сведения о групповом мечении рыб.

Электронные каталоги классифицируются по оформлению (навигация, морфологический поиск, фильтрация) и целям использования (реклама, продажа, визитная карточка, выставка и т.д.).

Наиболее распространенными группами электронных каталогов являются:

- справочные электронные каталоги, актуальные в случае необходимости быстрого поиска информации среди большого ассортимента продукции и услуг;

- интерактивные электронные каталоги, ориентированные на работу с постоянными заказчиками, являются аналогами интернет-магазинов;

- презентационные электронные каталоги, целью данных каталогов является создание положительного имиджа о продукции и услугах, которые представляет компания.

Для задач оптимизации процесса производства в условиях высокой индустриализации наилучшим образом подходит справочный электронный каталог объектов индустриальной аквакультуры с развитой системой баз данных.

### **Список литературы:**

[1] Цифровая экономика Российской Федерации : Программа, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации № 1632-р от 28 июля 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.

[2] Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг., утв. постановлением Правительства Российской Федерации № 996 от 25 августа 2017 г. // Информация ФГБУ «Спеццентрчет в АПК» от 29.05.18 г. [Электронный ресурс]. URL : [www.rg.ru](http://www.rg.ru).

[3] <http://fish.gov.ru/obiedinnaya-press-sluzhba/novosti/24408-rabotu-potsifrovizatsii-akvakultury-obsudili-na-vef-2018>

[4] <http://www.fao.org/3/ne995ru/ne995ru.pdf>

[5] Shetty S, Pai RM, Pai MMM (2018) Design and implementation of aquaculture resource planning using underwater sensor wireless network. Cogent Engineering 5: 1–23.

- [6] Gao G, Xiao K, Chen M [Gao G, Xiao K, Chen M (2019) An intelligent IoT-based control and traceability system to forecast and maintain water quality in freshwater fish farms. *Computers and Electronics in Agriculture* 166: 105013
- [7] Raju KRSR, Varma GHK (2017) Knowledge based real time monitoring system for aquaculture using IoT. *Proc. - 7th IEEE Int. Adv. Comput. Conf. IACC 2017*, pp. 318–321. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- [8] <https://sfera.fm/articles/rybnaya/kak-umnye-fermy-ispolzuyut-dlya-razvitiya-akvakultury>
- [9] Yang X, Ramezani R, Utne IB, Mosleh A, Lader PF (2020a) Operational limits for aquaculture operations from a risk and safety perspective. *Reliability Engineering and System Safety* 204: 107208.
- [10] <https://sfera.fm/articles/rybnaya/kak-umnye-fermy-ispolzuyut-dlya-razvitiya-akvakultury>
- [11] <https://sfera.fm/articles/rybnaya/kak-umnye-fermy-ispolzuyut-dlya-razvitiya-akvakultury>
- [12] Дельмухаметов А.Б. Современные технологии мечения животных /А.Б. Дельмухаметов, Т.А. Миронова, А.О. Матоликова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции Современные проблемы животноводства в условиях инновационного развития отрасли.- Изд-во: Курганская госуд.сельхоз. академия им.Т.С.Мальцева (Курганская обл, Кетовский р-н, с.Лесниково), 2017. 66-69с.
- [13] Чебанов М. С. Галич Е. В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству /М. С. Чебанов Е. В. Галич. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Анкара, 2013. 370 с.

## ОСОБЕННОСТИ ЗАГОТОВКИ ГИПОФИЗА АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА

М.Л. КАЛАЙДА, ПИГАНОВ Е.С.,

M. L . Kalaida, E. S. Piganov

*Казанский государственный энергетический университет*  
Kazan State Power Engineering University

**Аннотация.** Рассмотрены особенности технологии изъятия гипофизов у клариевых сомов, содержащихся круглогодично в УЗВ, для задач искусственного воспроизводства. Показано, что у рыб однолетнего возраста высушенные гипофизы имели массу от 0,9 до 2,0 мг.

**Ключевые слова:** *аквакультура, индустриальное рыбоводство, клариевый сом, искусственное воспроизводство, гипофиз.*

**Abstract.** Characteristics of technology of pituitary gland removal from *Clarias gariepinus Burchell* contained year-round in closed water supply system for artificial reproduction tasks are considered. It was shown that in fish of one year of age dried pituitary glands had a mass from 0.9 to 2.0 mg.

**Key words:** *aquaculture, fish farming, Clarias gariepinus Burchell, artificial reproduction, pituitary gland.*

**Введение.** Исторически в развитии аквакультуры можно выделить этапы с разной степенью интенсификации, каждый из которых связан с освоением новых объектов аквакультуры. Этап экстенсивного рыбоводства, ориентированного на выращивание рыбной продукции на естественной кормовой базе в водоемах разной трофности с рыбопродуктивностью от нескольких кг/га в олиготрофных форелевых хозяйствах до 200 кг/га в эвтрофных прудовых хозяйствах позволил разработать классические приемы использования карпов и форели. Этап интенсификации рыбоводства 60-х лет XX столетия связан с увеличением плотности посадки рыб, кормлением искусственными кормами и другими мероприятиями, позволяющими повысить рыбопродуктивность до 30 ц/га. Этот период позволил освоить группу дальневосточных рыб, которые определили развитие поликультуры.

Следующий этап – развитие интенсивного индустриального рыбоводства тесно связан с развитием круглогодичных циклических форм рыбоводства на базе установок с замкнутым циклом водоснабжения с адаптированными методами интенсификации с возможностью увеличения рыбопродуктивности до 300 и более кг/м<sup>3</sup>. Развитие аквакультуры в проекте Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса до 2030 года относится к наиболее перспективным направлениям, в котором запланировано производство более 600 тыс. тонн продукции [1]. В России уже созданы первые функционирующие

в тестовом режиме хозяйства с современными подходами на базе цифровых технологий с контролем и анализом более 20 параметров аквафермы: это состояние воды, виды и расход кормов, режим кормления, расход воды и электричества, количество и качество сбоев или поломок оборудования, скорость роста и нагула рыбы и многое другое [2].

Для успешного развития индустриальных современных аквахозяйств необходимо получение большого количества молоди ценных видов рыб.

Среди наиболее перспективных объектов выращивания в установках с замкнутым циклом водоснабжения – африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus Burchell*), работы по рыбохозяйственному освоению которого начаты в России с 1996 г [3]. Кларии обладают высокой скоростью массонакопления (рис. 4): от личинки до товарной массы 1,2 кг время выращивания составляет шесть месяцев в условиях УЗВ, кроме того, они отличаются устойчивостью к заболеваниям [3, 4]. В связи с этим совершенствование методов его искусственного воспроизводства является актуальным.

Африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus Burchell*) относится к семейству клариевых сомов (*Clariidae*), которое насчитывает 15 родов со 100 видами, распространенными в Африке, Юго-Восточной и Малой Азии. Поскольку это теплолюбивые рыбы, их выращивание успешно осуществляется в регионах с теплым климатом, где кроме *Clarias gariepinus* используется нильский клариевый сом (*Clarias anguillaris*) [5].

**Целью** нашего исследования является рассмотрение возможности совершенствования технологии добычи гипофизов клариевых сомов для их использования в технологиях искусственного воспроизводства.

**Материал и методика исследования.** В ходе работы был проведен анализ добычи и применения гипофизов рыб. Использовались традиционные методы работы с ихтиологическими объектами. В качестве доноров гипофизов использовались взрослые особи клариевого сома (рис.1), выращенные в рыбоводной установке с замкнутым циклом водоснабжения кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО КГЭУ с 2019 г.

Материалом для данной работы послужили черепа семи особей самцов клариевых сомов массой от 750 г до 1125 г в возрасте 12 месяцев.



Рис.1 Клариевые сомы из УЗВ кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО КГЭУ

## Результаты исследования и их обсуждение.

Развитие искусственного воспроизводства рыб связано с использованием экологического метода и метода гормональной стимуляции созревания половых продуктов [6]. Попадая в организм реципиента, экзогенный гормональный стимулятор вступает в сложные отношения с естественными факторами системы эндокринной регуляции репродуктивной функции, имеющей многоуровневый характер. Проведенные исследования различных звеньев эндокринной системы рыб-реципиентов при введении гормональных препаратов, биологического определения гонадотропной активности гипофизов показали, что при экзогенной гормональной стимуляции созревания производителей различные звенья эндокринной системы реципиента не только вовлекаются в регуляцию процессов, связанных с размножением, но и принимают заметное участие в формировании биологически полноценных зрелых половых продуктов.

Исторически искусственное воспроизводство рыб построено на использовании гипофизарных инъекций, которые предложены независимо друг от друга Иерингом в Бразилии в 1935 г. и Гербильским Н.Л. в СССР – 1936 г. [6, 7, 8].

Гонадотропный гормон накапливается в гипофизе рыб в определенные сезоны года перед нерестом, что позволяет заготавливать гипофизы рыб-доноров как источники гонадотропного гормона. При внутримышечных инъекциях суспензии гипофиза рыб производителям гонадотропный гормон поступает в кровь и стимулирует у них переход половых желез от IV к V стадии зрелости, получение зрелой, способной к оплодотворению икры у самок и доброкачественной спермы у самцов. Показано, что хотя наиболее универсальными в применении являются гипофизы сазана и леща, наилучший результат получают при использовании гипофизов рыб того же вида, кого инъектируют. Современные технологии [9, 10] позволяют комбинировать синтетические гонадотропные препараты и гипофиз. Это особенно важно, в связи развитием биотехнологий воспроизводства ценных объектов аквакультуры, привезенных с других континентов и стран, как, например, африканский клариевый сом.

В настоящее время хорошо отработаны приемы выемки гипофизов из черепных коробок карповых рыб [6, 7, 8], однако для клариевого сома они не реализуемы из-за морфологических особенностей головы. Потребовалась модификация приемов выемки гипофиза из черепной коробки рыб.

Спецификой данной работы являлось то, что клариевые сомы круглогодично содержались в условиях установки с замкнутым циклом водообеспечения при оптимальном температурном режиме и состояние гипофиза не было связано с температурными изменениями и сезонностью. Поскольку успешное воспроизводство проводилось нами в октябре, то и гипофизы клариевых сомов изымались в этот же период.

Работу по вскрытию черепа и извлечению гипофизов у клариевых сомов выполняли вдвоем. Голову сома ставят перпендикулярно плоскости, на которой производится работа.левой рукой держат рыбу в районе рта, правой работают ножом. Ножом делают разрез в районе жаберной крышки, разрезая голову пополам (рис.2а). Сильно надавливая правой рукой, надрезают место крепления челюсти к черепу, после разделения головы надвое (рис.2б) удаляют наджаберный орган и все ткани в черепной коробке (рис.2в). Кусачками перекусывают основание черепа в двух местах и с помощью ножа удаляют кость, открывая доступ к головному мозгу и гипофизу (рис.2б). В черепной коробке открывается мозг снизу с гипофизом.

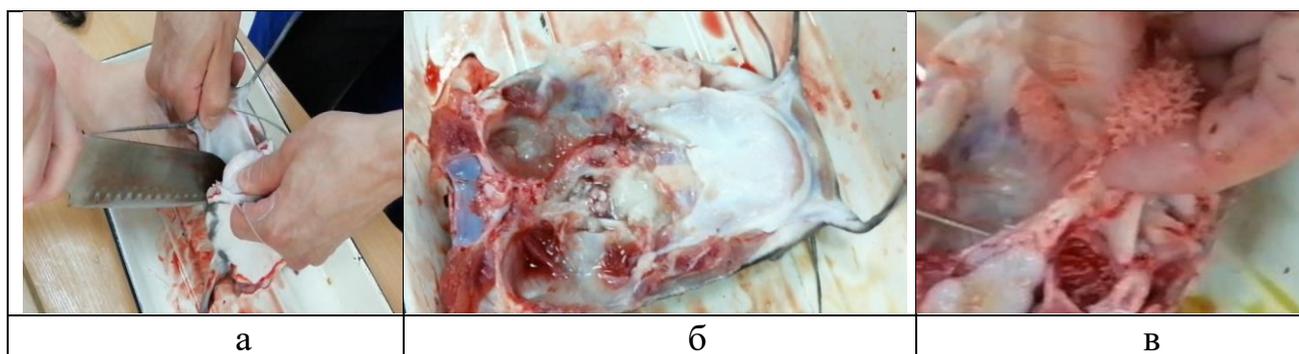


Рис. 2. Извлечение гипофиза из черепа клариевого сома

Таким образом, принципиальным отличием является то, что если по классическим технологиям добыча гипофиза ведется через верхнюю часть черепной коробки, то у клариевых сомов это удобнее через нижнюю часть мозгового черепа. Аккуратно вынимали гипофиз, затем проводили его обезвоживание по принятой методике [7, 8, 9]. Высушенные гипофизы представлены на рис.3.

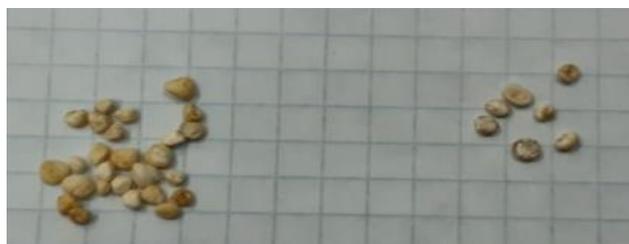


Рис. 3. Извлеченные и высушенные гипофизы клариевого сома (справа) в сравнении с гипофизами леща (слева)

Высушенные гипофизы взвешивали. Их масса варьировала от 0,9 до 2,0 мг (рис.4).

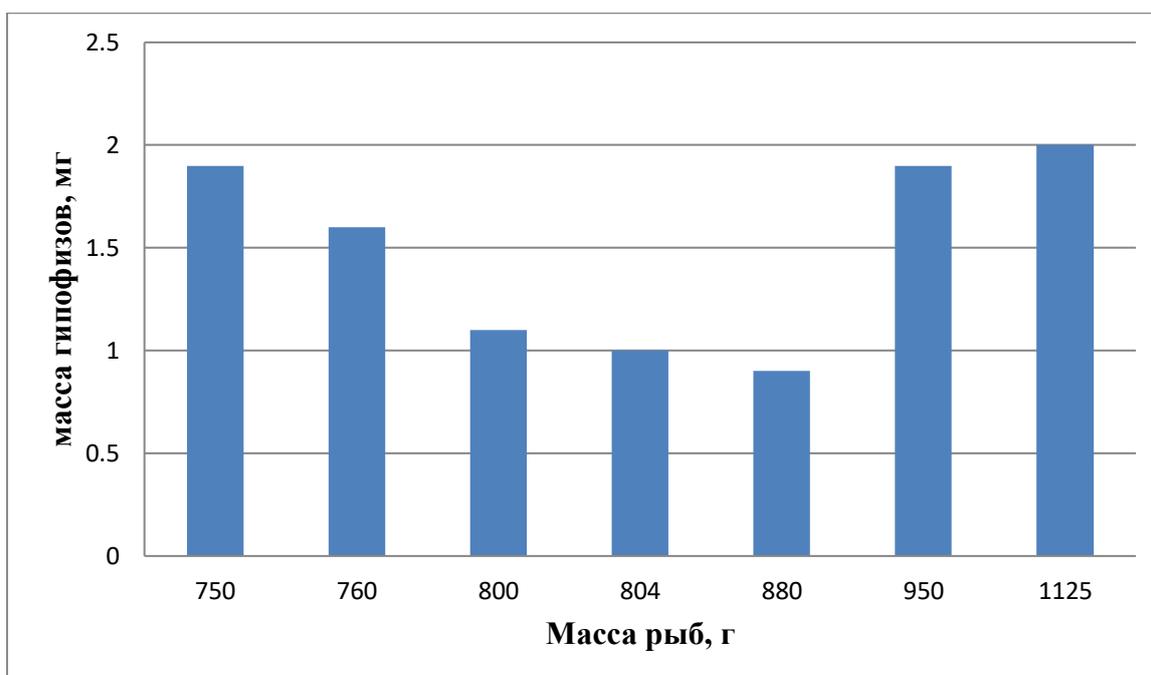


Рис. 4. Масса сухих гипофизов клариевого сома в зависимости от массы рыб

Как видно из данных рис.4 прямой зависимости массы гипофизов от массы тела рыб не выявлено. Для уточнения был изъят гипофиз у самца массой 1900 г. в возрасте 18 мес. Его сырая масса составила 2 мг. Средняя масса сухих гипофизов клариевого сома составила 1,49 мг. Сравнивая ее со средней массой сухих гипофизов волжских лещей (1,79 мг) можно отметить (рис.3), что гипофизы клариев в среднем были меньше по массе.

**Выводы.** Проведенное исследование выявило возможность заготовки гипофизов клариевых сомов в осенний период у рыб, содержащихся в условиях установки с замкнутым водооборотом путем вскрытия мозгового черепа снизу. Средняя штучная масса одного высушенного гипофиза составила 1,49 мг.

#### Список литературы:

- [1] <http://fish.gov.ru/obiedinnaya-press-sluzhba/novosti/24408-rabotu-po-tsifrovizatsii-akvakultury-obsudili-na-vef-2018>
- [2] <https://sfera.fm/articles/rybnaya/kak-umnye-fermy-ispolzuyut-dlya-razvitiya-akvakultury>
- [3] Власов В.А. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) при различных условиях содержания и кормления // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сборник научных трудов ВНИИ ирригационного рыбоводства. 2010. – С. 168-179.
- [4] Власов В.А. Результаты выращивания африканского сома при различных условиях кормления и содержания // Известия ТСХА. – М., 2009. Вып. 3. – С. 136-146.

[5] Томеди Э.М. Клариевый сом – перспективный объект аквакультуры II // Э.М. Томеди, А.М. Тихомиров // Рыбоводство и рыболовство. – М – 2000. – Вып. 4, – С.14.

[6] Бурлаков, А.Б. Физиологические механизмы формирования качества половых продуктов при искусственном воспроизводстве рыб. Первый конгресс ихтиологов России. Москва, изд-во ВНИРО. 1997.: с. 213.

[7] Гербильский Н.Л. Метод гипофизарных инъекций и его роль в рыбоводстве // Гормональная стимуляция полового цикла рыб в связи с задачами воспроизводства рыбных запасов: Труды ВНИРО. – Т. 111. – Л.: Наука, 1975. С. 7 – 22.

[8] Калайда, М. Л. Биологические основы рыбоводства. Краткая теория и практикум :учеб. пособие / М. Л. Калайда. — СПб. : Проспект Науки, 2014. — 224 с.

[9] Метод гипофизарных инъекций в рыбоводстве [Электронный ресурс]. [https://revolution.allbest.ru/agriculture/00614162\\_0.html#text](https://revolution.allbest.ru/agriculture/00614162_0.html#text) (дата обращения: 08.03.2021).

[10] Калайда М.Л., Пиганов Е.С., Калайда А.А., Хамитова М.Ф. Клариевый сом *Clarias Gariepinus* при задачах искусственного воспроизводства.- Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации.- Материалы V Национальной научно-практической конференции, Саратов: ООО «Амирит», 2020.- С.108-113

УДК: 639.3.04

## ВЫРАЩИВАНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ И ИХ ГИБРИДОВ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

О.В. КАРПОВА, А.Р. ПЛОТКО, Д.С. САЛОЕВ, О.И. СЕЙФУЛИНА,  
О.Л. КОШЕЛЕВА

*O.V. Karpova, A.R. Plotko, D.S. Saloev, O. I. Seifulina, O. L. Kosheleva*

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.  
Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье приводятся данные по выращиванию осетровых рыб в индустриальных условиях. Показаны преимущества осетровых рыб и их гибридов, как объектов товарного рыбоводства.

**Ключевые слова:** чистые формы осетровых, гибридные формы, индустриальные системы, параметры водной среды, корма, кормление, динамика роста, рыбоводно-биологические показатели.

**Abstract.** The article provides data on the cultivation of sturgeon fish in industrial conditions. The advantages of sturgeon fish and their hybrids as objects of commercial fish farming are shown.

**Key words:** pure forms of sturgeon, hybrid forms, industrial systems, parameters of the aquatic environment, feed, feeding, weight dynamics, fish-breeding and biological indicators.

В производстве пищевого рыбного белка важнейшая роль придается искусственному получению биопродукции путем освоения гидробионтов в аквакультуре. В мировой аквакультуре осетровые рыбы занимают особую нишу из-за высокого качества их мяса и икры [1-4].

Наибольший интерес представляет выращивание чистых форм осетровых, а также различных генотипов гибридных форм в индустриальных системах [5,11].

Преимуществом индустриальных систем являются возможность контролировать все этапы выращивания, автоматизировать процессы кормления, управлять параметрами среды, экологическая безопасность, мониторинг заболеваний, а также компактность данных систем и возможность размещения в непосредственной близости от потребителей – крупных городов, где ощущается дефицит и дороговизна земельных и водных ресурсов [6, 10, 12, 13]. Также высокие темпы роста биообъектов в индустриальных системах способствуют сокращению сроков получения рыбы товарной массы [7-9].

**Материалы и методы исследования.** Эксперимент по изучению биотехники выращивания осетровых рыб проводился в научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», на базе установки замкнутого водоснабжения. Объектом для исследования явились особи ленский осетр и гибрида РОЛО (русский осетр х ленский осетр) массой около 250 г. размещенные в бассейны по 75 штук.

Кормление осетровых проводили вручную трехкратно продукционным, полностью экструдированным кормом для осетровых рыб. Нормами кормления послужили рекомендации производителя корма, с учетом температуры воды и массы рыбы.

Живую массу рыбы определяли методом взвешивания на электронных весах регулярно – один раз в 10 дней. Контроль за термическим и кислородным режимом осуществляли ежедневно. Также определяли гидрохимические показатели водной среды для выращивания осетровых рыб.

Эффективность выращивания осетровых определяли в конце опыта по рыбоводно-биологическим показателям.

Для изучения гидрохимического состава воды использовали общепринятые методики [1,2].

Таблица 1 - Показатели, определяющие качество воды в бассейнах

Наименование показателей	Фактические значения
Запах, вкус	не имеет
Цветность, нм (градусы)	290
Прозрачность, м	0,9
Взвешенные вещества, г/м <sup>3</sup>	4,8
Кислород, мг/л	7,1
Водородный показатель, рН	7,5
Диоксид углерода растворенный, моль/м <sup>3</sup> (г/м <sup>3</sup> )	0,9 *10-1 (10)
Сероводород растворенный, моль/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	отсутствует
Аммиак растворенный, моль/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	1,1*10-3 (0,05)
Окисляемость перманганатная гО/м <sup>3</sup>	6,7
Окисляемость бихроматная гО/м <sup>3</sup>	21,2
Биологическое потребление кислорода БПК <sub>5</sub> гО/ м <sup>3</sup>	1,7
Биологическое потребление кислорода БПК <sub>(полн)</sub> гО/м <sup>3</sup>	2,2
Аммоний-ион, моль/м <sup>3</sup> (гN/м <sup>3</sup> )	1,6*10-2(0,5)
Нитрит-ион, моль/м <sup>3</sup> (гN/м <sup>3</sup> )	2,1*10-4(0,02)
Нитрат-ион, моль/м <sup>3</sup> (гN/м <sup>3</sup> )	0,7*10-2(1,0)
Фосфат-ион, моль/м <sup>3</sup> (гP/м <sup>3</sup> )	1,7*10-3(0,3)
Железо общее, моль/м <sup>3</sup> (г/м <sup>3</sup> )	0,5*10-3(0,1)
Общая численность микроорганизмов, млн. кл./мл	0,3
Численность сапрофитов, тыс. кл./мл	1,2

Для кормления осетровых использовался специализированный комбикорм Сорrens голландского производства, который состоял из рыбной муки (57,5 %), соевого шрота (20,0 %), пшеницы (1,5 %), рыбьего жира (20,0 %) и премикса (1,0 %). Химический состав и питательность комбикорма представлены в таблице 2.

Корм Sorrens снижает риск деформаций при интенсивном росте осетровых, минимизирует расход воды и ее загрязнение, поэтому идеально подходит для систем замкнутого водоснабжения.

Таблица 2 – Химический состав и питательность комбикорма, %

Показатель	Содержание
Обменная энергия	19,4 МДж
Легко усваиваемая энергия	17,4 МДж/кг
Сырой протеин	40,0 %
Сырой жир	10,0%
Сырая клетчатка	2,6%
Фосфор	1,24%
Зола	7,2%
Витамин А	12.600 МЕ/кг
Витамин: D	2.660 МЕ/кг
Витамин Е	200 мг/кг
Витамин С	250 мг/кг

Питательные вещества, идущие на развитие рыбы и образование энергии, необходимой для осуществления процессов их жизнедеятельности, поступают в организм рыбы за счет питания, из корма. Жизнедеятельность рыб зависит от количества и качества корма. Поэтому необходимо учитывать, что потребность рыб в питательных веществах находится в зависимости от возраста, размера, половой зрелости, гидрологических условий (температурного, кислородного режимов) и других факторов.

Данные о затратах комбикорма на выращивание осетровых в установке с замкнутым водоснабжением представлены в таблице 3.

Таблица 3- Затраты кормов на выращивание осетровых в установке с замкнутым водоснабжением

Декада	Кормовой коэффициент	Затраты кормов на выращивание РОЛО		Затраты кормов на выращивание ленского осетра	
		в сутки, г	в декаду, кг	в сутки, г	в декаду, кг
1	2,3	433,0	4,3	431,25	4,3
2	2,3	484,7	4,8	476,56	4,8
3	2,3	541,7	5,4	529,322	5,3
4	1,3	351,0	3,5	341,51	3,4
5	1,3	396,8	4,0	377,702	3,8
6	1,3	441,7	4,4	421,356	4,2
7	1,3	490,4	4,9	469,755	4,7
8	1,3	543,1	5,4	522,899	5,2
9	1,3	601,6	6,0	577,941	5,8
10	1,3	663,0	6,6	634,881	6,3
11	1,3	630,8	6,3	693,719	6,9
12	1,3	687,4	6,9	653,861	6,5
13	1,3	735,2	7,4	697,515	7,0
14	1,3	785,9	7,9	744,016	7,4
15	1,3	837,5	8,4	793,364	7,9
16	1,3	894,1	8,9	861,692	8,6
17	1,3	946,7	9,5	910,091	9,1
Итого			104,6		101,4

Согласно данным, приведенным в таблице 3 высокие затраты кормов отмечены в группе гибрида РОЛО и составляют 104,6 кг, а в группе с ленским осетром затраты составили 101,4 кг. Результаты опыта показывают, что суточная норма кормов увеличивается с увеличением массы рыбы.

Основными показателями, характеризующими рост и развитие рыбы, являются ее масса. Она отражает влияние условий кормления и содержания рыбы, в которых она выращивается. Динамика ихтиомассы осетровых в индустриальных условиях, представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Динамика массы осетровых рыб, г

Декада	РОЛО		Ленский осетр	
	Масса		Масса	
	одной особи, г	всей рыбы, кг	одной особи, г	всей рыбы, кг
1	251,0	18,8	250,0	18,75
2	281,0	21,1	280,0	20,72
3	314,0	23,6	311,0	23,014
4	360,0	27,0	355,0	26,27
5	407,0	30,5	398,0	29,054
6	453,0	34,0	444,0	32,412
7	503,0	37,7	495,0	36,135
8	557,0	41,8	551,0	40,223
9	617,0	46,3	609,0	44,457
10	680,0	51,0	669,0	48,837
11	647,0	48,5	731,0	53,363
12	705,0	52,9	689,0	50,297
13	754,0	56,6	735,0	53,655
14	806,0	60,5	784,0	57,232
15	859,0	64,4	836,0	61,028
16	917	68,8	908	66,284
17	971	72,8	959	70,007

Данные таблицы 4 свидетельствуют, что на протяжении всего эксперимента гибрид русско-ленского осетра опережал по скорости роста ихтиомассы ленского осетра и достиг товарной массы 971 г. Рыбоводно-биологические показатели осетровых при выращивании в УЗВ представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Рыбоводно-биологические показатели осетровых при выращивании в УЗВ

Показатели	РОЛО	Ленский осетр
Количество рыбы в начале опыта, экз.	75	75
Количество рыбы в конце опыта, экз.	75	73
Сохранность, %	100,0	97,3
Масса рыбы в начале опыта, г	251	250
Масса рыбы в конце опыта, г	971	959
Скормлено кормов, кг	104,6	101,4
Прирост всей рыбы за опыт, кг	54,00	51,26
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,94	1,98
Стоимость 1 кг корма, руб.	150	150
Стоимость корма на прирост, руб.	8100,0	7688,6

Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	24101,3	23626,1
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	850	850
Стоимость всей массы рыбы, руб.	61901,25	59505,95
Прибыль, руб.	29700	28191,35
Рентабельность, %	47,98	47,38

Результаты, показанные в таблице 5 свидетельствуют, что при выращивании осетровых в УЗВ лучшие показатели отмечены в группе с гибридом РОЛО, поскольку сохранность особей составила 100 %, а прибыль от реализации была выше на 1508,65 руб. по сравнению с реализацией ленского осетра. Рентабельность при выращивании гибридной формы была выше на 0,6 %, чем аналогичный показатель у ленского осетра.

По результатам, полученным при проведении эксперимента, можно сделать вывод, что генотип с наследственностью ленского осетра и русского осетра достаточно перспективен для выращивания в индустриальных хозяйствах.

### Список литературы:

1. Абросимова Н. А. Корма и кормление рыб в индустриальной аквакультуре :автореф. дис... д-ра биол. наук : 06.02.02 / Н. А. Абросимова. – Москва, 1997. – 74 с.
2. Васильева Л. М. Современные проблемы осетроводства в России и мире / Л. М. Васильева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК –продукты здорового питания. – 2015. – Вып. 2 (6). – С. 30–36.
3. И. Гази Эльхетави Ашраф Сравнительная оценка рыбоводных показателей молоди русского осетра (*acipenser gueldenstaedtii*), выращиваемой в бассейнах при прямоточном и замкнутом водообеспечении / Ашраф И. Гази Эльхетави, Л.М. Васильева, А.З. Анохина// Аквакультура осетровых рыб: Проблемы и перспективы.Международной научно-практической конференции. Астрахань. 2017. С. 46-50.
4. Китаев И.А Выращивание ленского осетра в индустриальных условиях с применением кормовой добавки «Абиопептид» / И.А. Китаев, Ю.А. Гусева, А.А. Васильев, С.С. Мухаметшин //Аграрный научный журнал. 2014. № 12. С. 10-12.
5. Барулин Н.В. Гибрид *Acipenser gueldenstaedti* × *Acipenser baeri* – перспективный объект аквакультуры осетровых / Н. В. Барулин, Р. А. Мамедов, А. И. Лашкевич // Стратегия развития аквакультуры в современных условиях : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практич. конф. – Минск : Ин-т рыбного хоз-ва, 2008. – Вып. 24. –С. 46–51.
6. Бритов А.Н. Улучшение показателей состава воды в системе замкнутого водоснабжения при внедрении двухступенчатого механического барабанного фильтра/ А.Н. Бритов, А.А. Васильев // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Материалы V национальной научно-практической конференции. Саратов. 2020. С. 38-42.

7. Котельникова Е.А. Современное развитие аквакультуры в России /Е.А. Котельникова, И.В.Поддубная // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. 2016. С. 56-60.

8. Гуркина О.А. Выращивание ленского осетра в промышленных условиях /Гуркина О.А., Кияшко В.В.// Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». 2016. С. 112-115.

9. Гуркина О.А. Анализ выращивания ленского осетра в садках на двух разнокачественных кормах / О.А. Гуркина, С.А. Мещеряков // Инновации в животноводстве - сегодня и завтра. сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию РУП «Научнопрактический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». 2019. С. 225-228.

10. Кияшко В.В. Разработка проекта УЗВ для выращивания осетровых видов рыб мощностью 20 т в год / В.В. Кияшко, Т.В. Косарева, И.А. Китаев, О.А. Гуркина // Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбоводства. Материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 186-191.

11. Кривошейн В.В. Биотехнология воспроизводства осетровых рыб в аквакультуре/В.В. Кривошейн, А.А.Барышев // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса. Иваново, 2005. Том 2.- С. 193-194.

12. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения /Я. Брайнбале // Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. - Копенгаген 2010: Изд-во Международная организация «ЕВРОФИШ» при поддержке Субрегионального бюро ФАО по Центральной и Восточной Европе. – 70с.

13. Хандожко Г.А. Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения/ А.А. Васильев, Г.А. Хандожко, Ю.А. Гусева. Саратов, 2011. Издательство Саратовского государственного аграрного университета. 11 с.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ

Н.В. КОНИК, О.А. ШУТОВА

N.V. Konik, O.A. Shutova

*Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова*

Saratov State Agricultural University. N.I. Vavilov

**Аннотация.** В данной статье будут рассмотрены риски связанные с употреблением рыбы и рыбной продукции, вопросы регулирования качества рыбной продукции в России. Проведен анализ текущих законодательных актов в области управления качеством рыбной продукции.

**Ключевые слова:** качество, безопасность, рыба и рыбная продукция, техническое регулирование, опасные вещества.

**Abstract.** This article will consider the risks associated with the consumption of fish and fish products, issues of regulating the quality of fish products in Russia. The analysis of the current legislative acts in the field of fish product quality management has been carried out.

**Key words:** quality, safety, fish and fish products, technical regulation, hazardous substances.

В последние годы в питании населения России все большее место занимают рыба и морепродукты. Являясь источником высококачественного белка, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), витаминов и микроэлементов, морепродукты одновременно могут содержать и опасные вещества – загрязнители.

Среди большого спектра приоритетных загрязнителей рыбы особое внимание уделяется глобальным загрязнителям - токсичным элементам (тяжелым металлам и мышьяку), обнаруживаемым во всех видах пищевой продукции. Тяжёлые металлы - группа химических элементов, попадающих в воду, а затем и ткани рыбы, в основном, в результате антропогенной деятельности человека. К тяжелым металлам относят более 40 химических элементов, но при проведении текущего надзора за безопасностью пищевой продукции, контролируется значительно меньшее число элементов. Наиболее значимыми тяжелыми металлами, с точки зрения влияния на здоровье человека и частоте превышения их содержания в объектах окружающей среды, и, следовательно, в пищевой продукции, являются свинец, кадмий, ртуть. В рыбе, моллюсках и водорослях ртуть, в основном, содержится в форме метилртути (75% - 90% от общего количества органической ртути). Известно, что метилртуть проявляет большую токсичность, чем неорганическая ртуть.

Мышьяк также относится к одним из приоритетных загрязнителей окружающей среды и содержится в пищевой продукции в различных неорганических и органических формах. Согласно имеющимся немногочисленным данным, органические формы мышьяка менее токсичны, чем неорганические формы. Рыба консервированная в сборной жестяной таре регламентируется по содержанию олова, а в хромированной таре – по содержанию хрома.

Не свежая рыба, содержит значительное количество аминов, в том числе N-диметиламина. Причем, морская рыба является более богатым источником аминов, чем пресноводная. Поэтому в сырой рыбе и рыбных продуктах регламентируется содержание нитрозоаминов (сумма НДМА и НДЭА), являющихся канцерогенными веществами. Сырая рыба обычно не содержит нитритов и они, практически, не используются при производстве рыбных консервов. Однако неочищенная соль, которая применяется при солении, часто содержит нитраты и рыба, засоленная этой солью, содержит в 40 раз больше нитрозоаминов, чем при засолке химически чистым хлористым натрием.

Кроме того, рыба и морепродукты в результате антропогенной деятельности человека, могут быть загрязнены наиболее опасными контаминантами - стойкими органическими загрязнителями (СОЗ). К таким загрязнителям относятся:

- 1) дихлор-дифенил-трихлорэтан (ДДТ), 2,4-D кислота, ее соли и эфиры, алдрин, диэлдрин, эндрин, хлордан, мирекс, токсафен, гептахлор;
- 2) полихлорбифенилы (ПХБ), гексахлорбензол (ГХБ);
- 3) полихлордибензодиоксины (ПХДД), полихлордibenзофураны (ПХДФ).

Большинство этих веществ обладает рядом общих свойств с точки зрения влияния на здоровье населения. Они приводят к нарушению репродуктивной и гормональной систем, иммунного статуса, онкологическим заболеваниям, врожденным дефектам, нарушению развития.

В соответствии «Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации» и иными стратегическими документами одной из важнейших задач рыбохозяйственного комплекса (РХК) является укрепление продовольственной безопасности страны и обеспечение ее населения высококачественной, доступной отечественной рыбной продукцией. Одним из приоритетных направлений повышения конкурентоспособности отечественной рыбной продукции, модернизации промышленности, обеспечения безопасности продукции и процессов ее производства, защиты внешнеэкономических интересов страны является техническое регулирование.

Благодаря устойчивому развитию отечественного РХК доля рыбной продукции российского производства на внутреннем рынке по предварительным экспертным оценкам составила порядка 79,4 % и еще более приблизилась к значению, определенному «Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации» (80 %).

Уровень качества и безопасности продукции из рыбного сырья за последние годы существенно снизился по ряду причин:

- ✓ использование устаревшего технологического оборудования;
- ✓ загрязнение сырья и вспомогательных материалов, используемых при выпуске пищевых продуктов, токсическими веществами (полихлорбифенилы, алифатические и полиароматические углеводороды, тяжелые металлы и др.);
- ✓ снижение качества питьевой воды, используемой в технологических процессах пищевого производства;
- ✓ неудовлетворительное санитарно-гигиеническое состояние рыбоперерабатывающих предприятий;
- ✓ транспортировка и условия хранения для рыбопродукции не соответствуют санитарным нормам;
- ✓ не соответствие стандартам безопасности, в том числе по органолептическим показателям - запаху, цвету и вкусу;
- ✓ несовершенство и недостаточность мер контроля качества выпускаемой пищевой продукции и др.[4].

Рыба и другие гидробионты способны аккумулировать и сорбировать токсичные элементы и вещества, содержащиеся в воде, поэтому представляют опасность для жизни и здоровья человека. А нарушение технологической дисциплины добычи и переработки, санитарно-гигиенических требований, личной гигиены обслуживающего персонала, а также условий хранения и транспортирования может привести к серьезным последствиям.

Приоритетными загрязнителями рыбы и рыбопродуктов, являются: токсичные элементы (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, медь, цинк), гистамин, бензапирен, нитрозамины, пестициды, микотоксины, радионуклеиды.

Система технического регулирования, формируемая в рамках Евразийского Экономического союза, играет важную роль в развитии пищевой, в том числе и рыбной промышленности в современных условиях.

Отраслевые регламентирующие документы разрабатываются в случаях и на условиях, указанных в статье 17 Федерального закона "О техническом регулировании" [1].

В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» различают следующие виды безопасности пищевых товаров:

- химическая безопасность - отсутствие риска, который может быть нанесен токсичными веществами;
- санитарно-гигиеническая безопасность (заболевания вызывают микроорганизмы).

Согласно перечисленной выше документации безопасность рыбы и рыбной продукции в процессе ее производства должна быть обеспечена:

- 1) выбором технологических процессов и режимов их осуществления на всех этапах (участках) производства рыбы и рыбной продукции;
- 2) выбором оптимальной последовательности технологических процессов, исключающей загрязнение производимой пищевой продукции;
- 3) контролем за работой технологического оборудования;

4) соблюдением условий хранения сырья и пищевых добавок, необходимых для производства рыбной продукции;

5) содержанием производственных помещений, технологического оборудования и инвентаря, используемых в процессе производства рыбы и рыбной продукции, в состоянии, исключающем загрязнение рыбной продукции;

6) выбором способов и периодичностью санитарной обработки, дезинфекции, дезинсекции и дератизации производственных помещений, санитарной обработки и дезинфекции технологического оборудования и инвентаря, используемых в процессе производства рыбы и рыбной продукции. Санитарная обработка, дезинфекция, дезинсекция и дератизация должны проводиться с периодичностью, достаточной для исключения риска загрязнения рыбной продукции. Периодичность санитарной обработки, дезинфекции, дезинсекции и дератизации устанавливается изготовителем продукции;

7) ведением и хранением документации, подтверждающей выполнение требований нормативных документов.

Принятый в рыбохозяйственной отрасли РФ Техрегламент «О безопасности рыбы и рыбной продукции» ТР ЕАЭС 040/2016 [2] внес определенные новшества для производителей и потребителей рыбы в сравнении с действующими в Российской Федерации законодательными документами: законом «О качестве и безопасности пищевых продуктов» [3], законом «О защите прав потребителей».

Принятие технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» ТР ЕАЭС 040/2016 стало в рыбохозяйственной отрасли важным событием. Этот регламент расширяет возможности обращения отечественной рыбной продукции на рынке Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Теперь производитель для выпуска продукции может выбрать любой из входящих в перечень к регламенту стандартов: межгосударственный или национальный любого государства ЕАЭС. При подтверждении соответствия требованиям данного технического регламента продукция может без каких-либо дополнительных процедур свободно реализовываться на территории Армении, Белоруссии, Казахстана, Киргизии и России. На сегодняшний день только около 15% национальных и межгосударственных стандартов на сырье, готовую продукцию, консервы, пресервы, методы анализа и идентификацию соответствуют требованиям ТР ТС 040/2016. Для эффективной работы предприятий по ТР ЕАЭС 040/2016 необходимо пересмотреть и разработать более 200 стандартов на пищевую рыбную продукцию [4].

Особые (более жесткие) требования к содержанию загрязнителей в рыбе и рыбной продукции предъявляются в отношении пищевой продукции предназначенной для питания детей и беременных женщин (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»). Такой подход обусловлен тем, что данные категории населения имеют более низкий иммунный статус.

В статье 8 ТР ТС 021/2011 указывается, что при производстве (изготовлении) пищевой продукции для детского питания для детей дошкольного и школьного возраста не допускается использование сырья из рыбы и нерыбных объектов промысла, подвергнутое повторному замораживанию. Кроме того, приводится требование того, что пищевая продукция для детского питания для детей раннего возраста и для детей дошкольного и школьного возраста по показателям пищевой ценности должна соответствовать требованиям, установленным в Приложении 20 данного Технического регламента. Пищевая продукция для питания детей от 1 года до 3-х лет по показателям пищевой ценности должна соответствовать возрастным нормам физиологической потребности в пищевых веществах и энергии» («Нормы физиологической потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (МР 2.3.1.2432-08). Последнее требование обусловлено тем, что показатели пищевой ценности продуктов детского питания являются показателями их безопасности [3].

Нормативными требованиями Российской Федерации также учтены дополнительные требования к качеству и безопасности питания детей:

В соответствии с МР 2.4.5.0107—15 «Организация питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах» рыбу, яйца, сыр, творог, можно включать 1 раз в 2—3 дня. Детям рекомендованы нежирные сорта филе рыбы. В рекомендуемый ассортимент основных пищевых продуктов для использования в питании детей в организованных коллективах включены филе трески, горбуши, лосося, хека, минтая, сельди (соленая).

Согласно приложению №11 СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций», в рекомендуемый ассортимент основных пищевых продуктов для использования в питании детей в дошкольных организациях включено филе трески, горбуши, лосося, хека, минтая, ледяной рыбы, судака, сельди (соленая), морепродукты.

В приложении 8 СанПиН 2.4.5.2409-08 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования» представлены рекомендуемые среднесуточные наборы пищевых продуктов, в том числе, используемые для приготовления блюд и напитков, для обучающихся общеобразовательных учреждений», в которых указано общее количество сельди и филе рыбы без уточнения вида.

Для беременных и кормящих женщин рекомендована рыба-филе (треска, хек, судак, минтай и др.) 15.05.2006 № 15-3/691-04 («Рекомендуемые наборы продуктов для питания беременных женщин, кормящих матерей и детей до 3-х лет»).

Текущие законодательные акты в области обеспечения качества рыбной продукции позволяют решить многие проблемы в рыбохозяйственной отрасли при его правильном прочтении и исполнении.

## Список литературы

1. Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ (последняя редакция) Принят Государственной Думой 15 декабря 2002 года. Одобрен Советом Федерации 18 декабря 2002 года.
2. ТР ЕАЭС 040/2016. О безопасности рыбы и рыбной продукции/ Утвержден Решением Совета Евразийской экономической комиссии.- № 162.- 18.10.2016.- 138 с.
3. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Утвержден Решением комиссии Таможенного союза.- № 880.-09.12.2011.- 242 с.
4. Коник, Н.В. Обеспечение качества и безопасности рыбной продукции в рамках системы НАССР / Н.В. Коник, О.А. Шутова // Материалы III национальной научно-практической конференции, Казань, 3-5 октября 2018 г. / под ред. А.А. Васильева – Саратов: Амирит, 2018. С. 173-178.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В САДКАХ

А.А. КОРОБОВ, Д.А. СОКОЛОВ, А.Д. БУТКЕВИЧ

*A.A. Korobov, D. A. Sokolov, A. D. Butkevich*

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.  
Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье приводятся данные по выращиванию сибирского осетра ленской популяции в садках.

**Ключевые слова:** авакультура, садковое рыбоводство, динамика роста массы, затраты кормов, рентабельность.

**Abstract.** The article presents data on the cultivation of Siberian sturgeon of the Lena population in cages.

**Keywords:** aquaculture, cage fish farming, weight dynamics, feed costs, profitability.

Современное состояние запасов осетровых характеризуется резким сокращением численности, о чем свидетельствует динамика их вылова. Запасы осетровых рыб продолжают снижаться. Однако неизменный рыночный спрос на мясо осетровых рыб, всевозможной технологической обработки, на фоне обвального падения их уловов в естественных водоемах, обуславливает высокую актуальность разведения данного вида рыбы искусственным способом [1-3].

Осетровые рыбы (стерлядь, бестер, русский и сибирский осетр ленской популяции) обладают высокой адаптационной пластичностью и при выращивании в садках хорошо используют корма и дают высокий экономический эффект при выращивании [5-10].

**Целью наших исследований** явилось изучение технологии выращивания сибирского осетра ленской популяции в садках.

**Материалы и методы исследований.** В 2020 году на базе малого инновационного предприятия ООО «Центр индустриального рыбоводства», нами проводились исследования по выращиванию сибирского осетра ленской популяции в садках, установленных в пруду с естественным температурным режимом в условиях 4 рыбоводной зоны. Продолжительность эксперимента составила 112 дней.

Выращивание осетров проводилось в садках в пруду. Для эксперимента отобрали особей 105 особей ленского осетра средней массой 374 г, и разместили в садках размером 2,0 x 2,2 м и глубиной 2,0 м. Садки были

изготовлены из безузловой латексированной дели с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм. Глубина водоема в месте расположения системы садков была 3,0 м.

Кормили осетров 2 раза в день, в 8:00 ч. и в 19:00 ч, полнорационным комбикормом. Комбикорм состоял из рыбной муки (57,5 %), соевого шрота (20,0 %), пшеницы (1,5 %), рыбьего жира (20,0 %) и премикса (1,0 %). В 1 кг комбикорма содержалось 17,4 МДж обменной энергии и 47,0 % сырого протеина. Диаметр гранул комбикорма равнялся 4 мм, а состав и питательность соответствовали данному периоду выращивания рыбы.

Суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания в воде растворенного кислорода и массы рыбы. Температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно в 12:00 ч. Эффективность выращивания ленского осетра в конце опытов определяли по рыбоводно-биологическим и физиолого-биохимическим показателям.

**Результаты исследований.** На эффективность выращивания рыбы влияют физико-химические свойства воды, поскольку протекание всех их жизненных функций зависит от состояния водной среды. Следовательно, качество воды в садках для выращивания должно соответствовать нормам ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы».

Среди химических параметров качества воды для осетровых наиболее важными являются: содержание кислорода, углекислого газа и активная реакция воды, а также концентрация органических и неорганических соединений. В условиях дефицита кислорода снижаются сохранность, темп роста молоди осетровых.

Осетровые переносят широкие колебания показателей рН, наиболее оптимальной для рыбоводных прудов считают от нейтральной до слабощелочной (рН 7-8,5). Желательная жесткость воды не должна превышать 12-15°. Результаты исследования воды представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические параметры воды

Показатели	Значения	ОСТ 15–372–87
Кислород, мг/л	7,5-9,0	Не менее 6,0
рН	8,1	7,0–8,0
Цветность, градусы	20,0	30
Азот аммонийных соединений, мг/л	0	0,5
Азот нитритов, мг/л	0	0,02
Азот нитратов, мг/л	0	1,0
Хлориды, мг/л	42,6	20–35
Железо, мг/л	0,5	0,5
Фосфаты (PO <sub>4</sub> ), мг/л	0	0,3
Кальций, мг-экв/л	2,01	1,8–2,1
Жесткость общая, мг-экв/л	7	3–4
Температура, °С	20-22	19-23

Таким образом, качество воды в водоеме соответствовало рыбоводно-биологическим нормам (ОСТ 15–372–87) и она пригодна для выращивания осетровых.

Динамика роста массы сибирского осетра ленской популяции при скармливании отражена в таблице 2.

Таблица 2 - Динамика роста массы ленского осетра

Период опыта, нед.	Значение
Начало опыта	374,3±7,49
2	538,6±9,43
4	622,1±9,71
6	681,1±9,69
8	740,1 ±10,30
10	837,8±11,67
12	873,2±14,53
14	913,7±14,46
16	938,6±18,72
Прирост, г	564,3

\*P>0,95; \*\* P>0,99.

Данные свидетельствуют о том, что за период эксперимента прирост массы одной особи составил 564,3 г.

Результаты опыта показывают, что затраты кормов увеличиваются с увеличением массы рыбы. Затраты корма на 1 кг прироста особей составляют 1,56 кг (таблица 3).

Таблица 3 - Затраты корма на 1 кг прироста, кг

Период опыта, нед.	Значение
2	0,65
4	0,85
6	5,64
8	1,61
10	1,19
12	4,46
14	2,53
16	4,22
В среднем за опыт	1,56

Расчет экономической эффективности выращивания сибирского осетра ленской популяции в садках представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Экономическая эффективность

Показатель	Значение
Масса в начале, кг	39,30
Масса в конце, кг	93,86
Прирост, кг	54,56

Стоимость 1 кг посадочного материала, тыс. руб.	0,85
Стоимость всего посадочного материала, тыс. руб.	33,41
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	66,00
Скормлено комбикорма на группу, кг	91,72
Стоимость комбикорма, тыс. руб.	6,05
Затраты кормов на 1 кг прироста, кг	1,68
Реализационная цена 1 кг рыбы, руб.	680,00
Выручка от реализации рыбы, тыс. руб.	63,82
Себестоимость рыбы, тыс. руб.	50,41
Себестоимость 1 кг рыбы, руб.	537,07
Прибыль от реализации рыбы, тыс. руб.	13,42
Прибыль от реализации 1 кг рыбы, руб.	142,93
Рентабельность, %	26,61

Затраты кормов на выращивание сибирского осетра ленской популяции в садках составили 1,68 кг. Себестоимость 1 кг рыбы составила 537,07 руб.

Прибыль, полученная от реализации 1 кг ленского осетра, составила 142,93 рублей, при уровне рентабельности 26,61 %.

По результатам, полученным при проведении эксперимента, можно сделать вывод, что сибирский осетр ленской популяции достаточно перспективен для выращивания садках, установленных в пруду 4 зоны рыбоводства.

### Список литературы:

1. Антипова Л.В. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах. / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, О.А. Василенко и др. – М.: ГИОРД, 2009. – 472 с.
2. Богерук А.К. Аквакультура России. История и современность // Ж. Рыбное хозяйство, 2005. — №4— С.14-18
3. Гуркина О.А. Биотехника выращивания стерляди в условиях установки с рециркуляцией воды /Гуркина О.А., Влащенко К.А., Ветров А.А. //Основы и перспективы органических биотехнологий. 2019. № 1. С. 13-15.
4. Гуркина О.А. Выращивание ленского осётра до массы 1 кг в условиях установки замкнутого водоснабжения/ Гуркина О.А., Грищенко П.А., Пономарева Е.В. // Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. Международная научно-практическая конференция, посвящённая 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, Почётного работника ВПО РФ, профессора кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» СГАУ им. Н.И. Вавилова Коробова Александра Петровича. 2015. С. 25-28.
5. Гуркина О.А. Выращивание ленского осетра в индустриальных условиях/Гуркина О.А., Кияшко В.В. // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. Материалы международной научно-практической конференции

молодых ученых и специалистов. ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». 2016. С. 112-115.

6. Гусева Ю.А. Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы/ А.А. Васильев, А.А. Волков, Ю.А. Гусева, А.П. Коробов, Г.А. Хандожко. Патент на полезную модель RUS 95972 15.03.2010

7. Гусева Ю.А. Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб /Гусева Ю.А., Максимова О.С.// Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза. Материалы I Международной научно-практической конференции. 2015. С. 199-201.

8. Поддубная И.В. Исследование гидрохимических параметров водной среды УЗВ при создании оптимальных условий для выращивания маточного поголовья осетровых рыб/ Поддубная И.В., Гуркина О.А., Лексаков Р.С., Соколова В.В. // Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины, зоотехнии и аквакультуры. материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию Заслуженного деятеля науки РФ, Почётного работника ВПО РФ, доктора ветеринарных наук, профессора, Почётного профессора Саратовского ГАУ, профессора кафедры «Морфология, патология животных и биология» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ Дёмкина Григория Прокофьевича. 2016. С. 289-292.

9. Пономарев С.В. Фермерская аквакультура / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина, И.Ю. Киреева / Рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 192 с.

10. Хандожко Г.А. Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения/ А.А. Васильев, Г.А. Хандожко, Ю.А. Гусева. Саратов, 2011. Издательство Саратовского государственного аграрного университета. 11 с.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛЫХ  
ВОДОЕМОВ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЦИКЛЕ  
ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ АРИДНЫХ  
ЗОН**

**А.В. КУЛИШ**

A.V. Koulish

*Керченский государственный морской технологический университет*

*Kerch State Maritime Technological University*

**Аннотация.** В статье авторами представлена технологическая схема использования малых водоемов комплексного назначения в цикле выращивания товарной рыбной продукции для фермерских рыбоводных хозяйств, расположенных в регионах, подверженных интенсивной аридизации и характеризующихся нестабильным водоснабжением.

**Ключевые слова:** прудовое рыбоводство, дефицит воды, пересыхание, малые водоемы, технологическая схема

**Abstract.** Technological scheme for use of small reservoirs for complex purpose in the cycle of commercial fish production farming for fish farms located in regions subject to intensive aridization characterized by unstable water supply under arid zone condition is presented by authors.

**Keywords:** pond fish farming, water shortage, drying out, small reservoirs, technological scheme

Начало XXI столетия характеризуется устойчивой аридизацией территории лесостепных и степных районов Евразии. Уменьшение запасов воды в поверхностных водоемах, а также все возрастающий её забор из подземных горизонтов, вызвал значительные изменения гидрологического режима практически всех речных систем. Наибольшие перемены произошли в бассейнах средних и малых рек. Построенные в их долинах многочисленные системы прудов и водохранилищ на протяжении нескольких лет могут не заполняться до проектных отметок НПУ, а часть из них попросту не обводнена. До рубежа прошлого – начала нынешнего столетия продукция прудового рыбоводства составляла более 2/3 всей продукции аквакультуры территорий, входивших в состав бывшего СССР. Специализированные комплексы прудовых рыбоводных хозяйств с распадом государства и формированием новых экономических отношений резко снизили объем производства. Располагаясь преимущественно в верхнем течении притоков больших рек, они

в первую очередь ощутили недостаток воды, что вызвало очередной виток спада, а то и попросту привело к их ликвидации.

Прудовое рыбоводство является органическим направлением аквакультуры, позволяющим производить наиболее экологически чистую продукцию. Но в сложившихся обстоятельствах рост её товарного производства при работе по классической технологической схеме использования прудового фонда сопровождается повышенными рисками. Таким образом, возникновение проблемы с обеспеченностью водными ресурсами ставит перед прикладной наукой и производителями задачу поиска различных путей её решения.

Помимо специально созданных для аквакультуры прудовых рыбоводных хозяйств в европейской части территории СССР было сооружено значительное количество русловых водоемов различного предназначения. Эти водоемы ранее не рассматривались как место интенсивного производства товарной рыбы, но в современных условиях при технологически обоснованном подходе они могут дать существенное количество продукции. При этом главной задачей рыбовода является правильный подбор водного объекта и реализуемой в нем задачи (того или иного этапа выращивания рыбы), а также формирование из них ряда целостных технологических схем. Наиболее полной из них является: воспроизводство объекта выращивания → подращивание молоди → выращивание посадочного материала → зимовка → выращивание товарной рыбы.

Представленная работа базируется на обоснованных автором теоретических принципах использования фонда малых водоемов, в том числе комплексного назначения, подтвержденных практическим опытом их применения в условиях малых (фермерских) полносистемных рыбоводных предприятий (Донецкая обл., Крым).

Прудовым фондом для создания таких хозяйств могут служить передаваемые на условиях аренды малые водоемы, характеризующиеся различным технической оснащенностью и состоянием, условиями водоснабжения и уровневим режимом [1]. Определению места (решаемой задачи) водоемов в технологической схеме формируемого рыбоводного хозяйства предшествует их всесторонняя оценка (бонитировка) [1].

При всем многообразии построенных человеком водоемов для целей рыбоводства может использоваться лишь их часть. Их характеристики должны обеспечивать оптимальную среду для содержащихся в них объектов выращивания на определенной возрастной стадии развития, обеспечивать эффективное выполнение технологических работ (корректировку уровня воды, применение мелиоративных и интенсификационных мероприятий и других). В свою очередь, летние пруды должны иметь высокую естественную рыбопродуктивность (естественное разнообразие и биомассу кормовых организмов).

Состояние малых водоемов из года в год (например, по причине природно-климатических условий отдельных лет) может значительно изменяться. В связи

с этим одни и те же водоемы в различные годы могут быть использованы для решения разных задач.

К оценке эффективного применения водного объекта и решению отдельных рыбоводно-технологических задач следует привлечь следующие группы основных критериев, являющихся решающими для хозяйств (таблица).

Таблица 1. Система основных критериев оценивания малых водоемов при их использовании для фермерской прудовой аквакультуры

Наименование критерия оценивания малых водоемов	Наименование технологического этапа					
	I. Организация естественного нереста в водоеме	II. Подращивание личинок	III. Выращивание сеголетки	IV. Зимовка посадочного материала	V. Выращивание товарной рыбы	VI. Содержание ремонтно-маточного стада
1	2	3	4	5	6	7
1. Площадь водоема, га: - до 0,5; - 0,5-1; - 1-2; - от 2 и более	1 0,5 0 0	0,5 1 0 0	0 0,5 1 0,5	1 1 0 0	0 0 1 1	0 0 1 1
2. Глубина средняя, м: - 0,5-0,7; - 0,7-1,0; - 1,0-1,5; - 1,5-2,5; - более 2,5	1 0,5 0 0 0	0 1 0,5 0 0	0 0,5 1 0,5 0	0 0 0 0,5 1	0 0 0,5 1 0,5	0 0 0,5 1 0,5
3. Площадь водоема занятая макрофитами, %: - до 5; - 5-10; - 10-30; - более 30	0 0 0,5 1	1 0,5 0 0	1 0,5 0,2 0	1 0,2 0 0	1 1 0,5 0,1	1 1 0,5 0,1
4. Площадь с глубинами до отметки _ метров, %: - 70-90; - 50-70; - менее 50	0,5 1 0,5 0	0,7 1 0,5 0	1,2 1 0,5 0	2,5 1 0,5 0,1	1,5 1 0,7 0,5	2,0 1 0,7 0,5
5. Источник воды: - сток с водосбора атмосферных осадков; - родники и сток с водосбора; - подача воды из скважины	1 1 0	1 1 0	1 1 0	0 1 1	1 1 1	1 1 1
6. Характер притока воды в водоем: - постоянный на протяжении года (сезона); - во время снеготаяния, сильных дождей;	1 0,5	1 1	1 1	1 0,5	0,2 1	0,2 1

- периодический не связанный с осадками;	0,2	0,2	0,5	0,2	0,5	0,5
- отсутствует	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0
1	2	3	4	5	6	7
7. Колебания уровня воды относительно НПУ, %:						
- уровень практически не изменяется;	1	1	1	1	1	1
- до 50 от средней глубины;	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
- до 80 от средней глубины;	0	0	0,1	0	0,1	0
- водоем пересыхает во второй половине сезона	0,5	0,2	0	0	0	0
8. Интенсивность половодья (паводка):						
- очень сильный;	0	0	0	0	0,1	0,1
- сильный;	0	0	0	0,1	0,2	0,2
- слабый;	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
- отсутствует	1	1	1	0,1	1	1
9. Характеристика водосборной площади:						
- занята пашней (агроугодия);	0,5	0,5	0,7	0,2	0,5	0,5
- занята лесостепью;	1	1	1	1	1	1
- пересеченная местность (предгорья)	0,1	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5
10. Степень заиления водоема:						
- мощные отложения ила, ложе топкое;	0	0	0	0	0	0
- отложения ила средней мощности;	0	0	0,1	0	0,2	0,2
- иловых отложений мало;	0	0,2	0,5	0,2	0,5	0,5
- ложе твердое, периодически высыхает	1	1	1	1	1	1
11. Состояние плотины (фильтрация):						
- в хорошем состоянии, фильтрации нет;	1	1	1	1	1	1
- требует ремонта, фильтрация присутствует;	0,4	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2
- сильная фильтрация сквозь тело плотины	0	0	0	0	0	0
12. Наличие водосбросного сооружения:						
- имеется в рабочем состоянии;	1	1	1	1	1	1
- имеется, но требует серьезного ремонта;	0,2	0,2	0,5	0,2	0,7	0,7
- отсутствует	0	0	0,1	0	0,5	0,5
13. Возможность полного осушения водоема:						
- имеется;	1	1	1	1	1	1
- не имеется	0	0	0,1	0	0,5	0,5
14. Возможность подачи воды в водоем:						
- имеется;	1	1	1	1	1	1
- не имеется	0	0,1	0,5	0,1	0,5	0,5
15. Уровень естественной кормовой базы:						
- высокий;	1	1	1	1	1	1
- средний;	0,5	0,5	0,7	1	0,7	0,7
- низкий	0,1	0,1	0,2	1	0,5	0,5
16. Наличие рыб, в т.ч. хищных, в прудах выше:						
- есть;	0,1	0,1	0,3	1	0,5	0,5
- нет	1	1	1	1	1	1
17. Наличие карася и хищных рыб в водоеме:						
- есть;	0	0	0,1	1	0,5	0,5
- нет	1	1	1	1	1	1
18. Расположение пруда в населенном пункте:						
- расположен в его границах;	0	0,2	0,5	0	0,3	0,1
- расположен вне его	1	1	1	1	1	1
19. Наличие твердых подъездных путей:						
- есть;	1	1	1	1	1	1
- нет	0	0	0,2	0,1	0,5	0,5
20. Наличие у пруда хозяйственных объектов:						

- есть;	0	0	0,1	0,1	0,5	0,5
- нет	1	1	1	1	1	1
Максимальное количество баллов всего:	20	20	20	20	20	20

Результаты бонитировки сравнивают с предложенной в таблице системой критериев. Каждому соответствию присваивается значение, равное количеству баллов, указанных в таблице. По рассчитанному значению суммы баллов (соответствий) определяют наиболее эффективное направление использования оцениваемого водоема. Максимальное количество баллов соответствует наилучшим прогнозам результата выполнения искомого технологического этапа (от I до V, см. табл.).

Выполнив распределение функций по пробонитированным водоемам, необходимо связать их в единую технологическую схему получения рыбоводной продукции. Принципиальная схема использования малых водоемов комплексного назначения в цикле выращивания товарной продукции в фермерских рыбоводных хозяйствах в условиях нестабильного водообеспечения для районов IV-VI рыбоводных зон [2] представлена на рисунке.



Рисунок - Технологическая схема использования малых водоемов в цикле выращивания товарной продукции в фермерских рыбоводных хозяйствах в условиях нестабильного водообеспечения

(I - возможно совмещение технологических этапов в водоемах для выращивания сеголетки, II - возможно совмещение в водоемах для выращивания товарной рыбы)

Продолжительность цикла по предлагаемой технологической схеме (двух- или трехлетний) может составлять два или три года, в зависимости от плановых показателей средней массы рыбы, достигшей товарной массы. Выращивание товарной рыбы возрастом четырехлетка и больше технологически и экономически нецелесообразно. В качестве основных объектов выращивания в поликультуре рыбоводных хозяйств могут быть карп (*Cyprinus carpio*) и белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*), в качестве дополнительных - пестрый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis*) и линь (*Tinca tinca*). В зависимости от структуры планктонных сообществ в нагульных прудах возможно выращивать гибридов белого и пестрого толстолобика. Для биологической мелиорации водной растительности рекомендуется использовать белого амура (*Stenopharyngodon idella*), излишне развитой сорной рыбы судака (*Sander lucioperca*) или европейского сома (*Silurus glanis*). Использование щуки (*Esox lucius*) в малых водоемах не рекомендуется. Объект выращивания последовательно проходит (пересаживается) из водоема в водоем по всему циклу выращивания (см. рисунок).

В связи с особенностями технологии естественного воспроизводства молоди, а также её подращивания в прудах, организация данных этапов цикла осуществляется исключительно в разных водоемах соответствующим предъявляемым к ним требованиям. Для выполнения этапов I-II (см. табл.) возможно использовать пруды, имеющие приток (наполненные) только в начале сезона и впоследствии пересыхающие. Все технологические операции на них, включая облов водоемов, осуществляется до периода потери воды. Для выращивания посадочного материала могут использоваться непересыхающие водоемы, уровень воды в которых снижается во второй половине сезона. При этом плотности зарыбления просчитываются исходя из прогнозного их наполнения. Отдельные неспускные пруды средней площади (желательно гидрографически расположенные вне балок (рек) с нерестовыми или выростными водоемами) возможно использовать для содержания (выращивания) ремонтно-маточных стад рыб. В связи с недостатком прудовых площадей допускается совмещение в одном водоеме двух технологических этапов – выращивание сеголетки и её зимовки (см. вар. I рисунка), а также зимовка сеголетки и последующее её выращивание (см. вар. II рисунка).

**Заключение.** Фонд малых водоемов практически не используется для интенсивного выращивания товарных прудовых рыб, тем самым рынок пресноводной рыбной продукции не дополучает значительное количество ценного белкового сырья. Основной причиной бизнес-непривлекательности значительной части указанных водоемов является их низкая обеспеченность водой и отсутствие технологических принципов их эффективного использования. В настоящий период указанные водные объекты попросту не имеют пользователей, или эксплуатируются преимущественно только по пастбищной технологии в рамках неспециализированных товарных или рекреационных хозяйств. Предлагаемая технологическая схема позволяет

создавать эффективные рыбоводные полносистемные хозяйства, применяющие интенсивные технологии. Основным фактором успешности данных аквакомплексов является правильный подбор малых водоемов для выполнения ими специальных рыбоводно-технологических функций – получения деловой личинки, её подращивания и далее по схеме. Все технологические операции рассчитываются для периода с оптимальными гидрологическими параметрами. Расчёт плановых показателей учитывает прогнозы изменения водохозяйственной обстановки. При возможности осуществляется переброска водных ресурсов между водоемами в пределах балок – самотеком сверху-вниз.

### **Список литературы**

1. Кулиш А.В. О возможности создания полносистемного прудового фермерского рыбного хозяйства на базе передаваемых в пользование рыбоводных участков / Кулиш А.В., Галкина Ю.А. // «Актуальные проблемы техники, технологии и образования»: сборник тезисов докладов участников пула научно-практических конференций (конференция с международным участием «Актуальные проблемы техники, технологии и образования», Сочи, 23-27 января 2020 г.) [Электронный ресурс]. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2020. – С. 198-201.
2. Сборник нормативно–технологической документации по товарному рыбоводству. Т.1. – М.: Агропромиздат, 1986. – 258 с.

## ИНВАЗИОННЫЕ БОЛЕЗНИ ТИХООКЕАНСКИХ УСТРИЦ В ЧЕРНОМ МОРЕ

В.Н. МАЛЬЦЕВ

V.N. Maltsev

Отдел «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО»

Department "Kerch" of Azov-Black Sea branch of VNIRO («AzNIIRKH»)

**Аннотация.** С 2010-х годов в российской акватории Черного моря активно развивается промышленное выращивание тихоокеанских устриц (*Crassostrea gigas*). В работе приведены оригинальные данные, полученные в 2019-2020 гг., о зараженности (паразитарной заболеваемости) этих устриц в морских хозяйствах Крыма и Кавказа. Установлено, что полидороз (болезнь иловых блистеров, грязевых червей) представляет наибольшее практическое значение; клиноз, гексамитоз и скутикоцилиатоз распространены в меньшей степени, но также способны оказывать отрицательное воздействие на состояние здоровья устриц в Черном море. Даны краткие характеристики инвазионных болезней устриц и рекомендации по их контролю. У тихоокеанских устриц в Черном море нами не были обнаружены возбудители и клинические признаки нематопсиоза, личиночных трематодозов, микроспориоза, перкинсоза, микроцитоза, гаплоспориоза, что может свидетельствовать о возможном благополучии исследованных хозяйств и районов в отношении этих заболеваний. Подчеркивается необходимость дальнейших углубленных исследований инвазионных болезней устриц в Черном море, в том числе особо опасных протозойных болезней, имеющих значение для международной торговли водными животными и представляющих опасность для диких и культивируемых популяций восприимчивых местных моллюсков.

**Ключевые слова:** тихоокеанские устрицы, *Crassostrea gigas*, паразиты, инвазионные болезни, полидороз, клиноз, гексамитоз, скутикоцилиатоз, Черное море.

**Abstract.** Since the 2010s, industrial cultivation of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) has been developing in the Russian Black Sea area actively. The paper presents original data obtained in 2019-2020 on the infestation (parasitic morbidity) of these oysters in the marine farms of the Crimea and the Caucasus. It was found that polydorosis (a disease of silt blisters, mud worms) have the greatest practical importance; clionosis, hexamitosis and scuticociliatosis are less common, but they can also have a negative impact on the health of oysters in the Black Sea. Brief characteristics of invasive oyster diseases and recommendations for their control are given. Pathogens and clinical signs of nematopsiosis, larval trematodosis,

microsporidiosis, perkinsosis, microcytosis, haplosporidiosis were not detected in Pacific oysters in the Black Sea; it may indicate the possible well-being of the studied farms and areas in relation to these diseases. The need for further detailed studies of invasive oyster diseases in the Black Sea, including dangerous protozoan diseases that are important for the international trade of aquatic animals and pose a danger to wild and cultivated populations of susceptible local shellfish, is emphasized.

**Key words:** pacific oysters, parasites, *Crassostrea gigas*, diseases, polydorosis, clionosis, hexamitosis, scuticociliatosis, Black Sea.

**Актуальность.** Тихоокеанские (гигантские, японские) устрицы *Crassostrea gigas* (= *Magallana gigas*), естественным ареалом которых являются Японское и Южно-Китайское моря, а южно-российским районом интродукции - Черное море, входит в перечень объектов аквакультуры в РФ (Приказ Минсельхоза России от 15.06.2015 N 247 «Об утверждении справочника в области аквакультуры (рыбоводства)»). В «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. под номером № 2798-р, предусматривается крупномасштабное выращивание устриц в Приморском крае и в Республике Крым. Отмечается, что Россия на 100 % зависит от поставки из-за границы посадочного материала по устрицам. В этой связи планируется строительство в стране нескольких специализированных устричных питомников.

С 2010-х годов в российской акватории Черного моря активно развивается промышленное выращивание тихоокеанских устриц, молодь которых (диплоиды или триплоиды) завозят либо из устричных питомников Европы (Франции, Испании, Ирландии и др.), либо из диких популяций Дальнего Востока (Сахалин, залив Посьета). Основными районами культивирования устриц в Черном море является побережье Кавказа (от г. Анапы до г. Сочи), южный берег Крыма (п. Ласпи, п. Кацевели), а также запад Крыма (озеро Донузлав и прилежащая к нему морская акватория). В указанных районах функционирует до 20-ти устричных (мидийно-устричных) хозяйств (ферм), которые, согласно официальным статистическим данным, выращивают более 1-2 тыс. тонн товарных устриц в год. В прибрежных акваториях Черного моря устриц выращивают в садках разной конструкции (садки Поши, *Ostriga*, в пластиковых ящиках, сетчатых цилиндрических садках; в последние годы применяют корзины Seара), подвешенных к канату (хребтине), размещенных в толще воды на разном удалении от дна (от 3 до 7 метров) на глубинах от 7 до 25 метров. Придонные металлические клетки, в которые устанавливают садки Поши, применяют только на оз. Донузлав. Плотность посадки разновозрастных устриц в садках бывает различной, и, по наши наблюдениям, часто превышает рекомендованные наукой показатели [11].

В некоторых морских хозяйствах Кавказа и Крыма регистрируются случаи повышенной (сверхнормативной) смертности молоди и товарных устриц [18,

19]. Это, а также научные данные о восприимчивости устриц к инвазионным болезням, способным приводить к значительным экономическим потерям [32], международные требования по контролю особо опасных паразитарных болезней устриц, вызываемых *Bonamia exitiosa*, *Bonamia ostreae*, *Marteilia refringens*, *Perkinsus marinus*, *Perkinsus olseni* [59], стали основанием для наших исследований. Работы выполнялись по заказу Росрыболовства; государственная работа № 076-00005-20 ПР.

**Материал и методика.** В течение 2019-2020 гг. паразитологически исследованы тихоокеанские устрицы из 7-ми морских ферм Кавказа (районы г. Анапы, п. Джубга, п. Дивноморское) и Крыма (озеро Донузлав, п. Новоозерное, п. Ласпи). Выполнен массовый осмотр устриц в садках; произведен прямой учет соотношения живых, мертвых и умирающих моллюсков количественным (экз.) и объемным методом (доля, в %); клинически исследовано более 5000 экз. устриц. В каждом хозяйстве в течение двух лет в мае-июне, а также в августе для лабораторных исследований отбирали от 10 до 15 экз. моллюсков. В течение 2-х лет морфо-физиологически и паразитологически изучено около 200 экз. устриц в возрасте от сеголеток-годовиков (высота створок 18-42 мм) до двух- трехгодовиков (высота створок 57-116 мм). Микроскопические исследования моллюсков выполняли в отраженном и проходящем свете на увеличениях от 40 до 1000 х с применением микроскопа Микмед-6, укомплектованного цифровой камерой TourCam (5 Мп), окуляр-микрометром, программой обработки микроскопических изображений Tour View 3.7, а также с помощью бинокля ST-6BT или МСП-2. Применялись методы неполных паразитологических вскрытий моллюсков, клинической и патологоанатомической оценки состояния здоровья устриц, рекомендованные в нормативных и научных руководствах [22, 30, 31]. Прижизненный диагностический контроль велся в отношении тех паразитарных (инвазионных) заболеваний, которые известны у устриц (сем. Ostreidae) в Черном море [7, 13, 15, 16, 21 и др.], а именно клиноза (возбудитель - губки *Cliona* (=Pione) *vastifica*), микроспоридиоза (микроспоридии *Steinhausia mytilovum*), нематопсиоза (грегарины *Nematopsis legeri*), гексамитоза (жгутиконосцы *Hexamita nelsoni*), болезней, вызываемых инфузориями (*Ancistrum mytili*, *Peniculistoma mytili* и др.), личиночных трематодозов (трематоды *Proctoeces maculatus*, *Parvatrema duboisi* и др.), полидороза (полихеты *Polydora ciliata* и *Polydora websteri*). Диагноз на перкинсоз (возбудитель - простейшие *Perkinsus marinus*), гаплоспоридиоз (*Haplosporidium* (=Minchinia) *nelsoni*), микроцитоз (*Mikrocytos mackini*), которые считаются опасными протозойными болезнями устриц, но в Черном море пока не регистрировались, ставили на основании оценки патологоанатомических признаков моллюсков, и по результатам микроскопических исследований окрашенных гематоксилин-эозином или азур-эозином по Романовскому отпечатков и мазков жабр, пищеварительной железы и гемолимфы. Такая методика считается не очень чувствительной, однако позволяет ставить предварительные положительные при высокой интенсивности инвазии этими паразитами; отрицательные диагнозы при такой

диагностике являются сомнительными [59]. Выборки в каждом хозяйстве были небольшими, и иногда были отобраны в те сезоны года, когда встречаемость исследуемых болезней является пониженной. В этой связи результаты наших исследований могли дать ложно отрицательную (ложно благополучную) картину для некоторых исследованных болезней.

**Результаты исследований.** Нами получены оригинальные данные о распространении в морских хозяйствах Крыма и Кавказа возбудителей таких паразитарных болезней устриц, как клиноз, скутикоцилиатоз, гексамитоз и полидороз. Клиноз (болезнь, вызываемая сверлящими губками) зарегистрирован нами только на Кавказе у молодежи и взрослых устриц; экстенсивность инвазии была невысокой (до 10 %). Известно, что возбудителями клиноза устриц являются сверлящие губки рода *Cliona* (*Cliona* spp.), в том числе *Cliona celata*, *Cliona lobata*, *Cliona spirilla* (= *Pione spirilla*), *Cliona truitti* (= *Pione truitti*) и *Cliona vastifica* (= *Pione vastifica*) [32]. В Черном море у двустворчатых моллюсков, в том числе у тихоокеанской и европейской устриц (*Ostrea edulis*) находили один вид - *Cliona vastifica*. Сверлящие губки *Cliona* spp. обладают широким географическим ареалом; они встречаются в морских водоемах повсеместно. *C. vastifica* обладает более широким диапазоном толерантности к солености воды, чем другие губки [5]. Проникая в периостракум устриц, сверлящие губки формируют множество отверстий на поверхности их раковин и разветвленную сеть тоннелей в их толще. Часто тоннели, образованные и заполненные губками, достигают конхиолинового слоя створок, при этом перфорируя его. Через образованные губкой отверстия из внешней среды внутрь раковины живого моллюска могут попадать морская вода с песком и илом, а также патогенные и условно патогенные бактерии [8]. Чаще клиноз обнаруживается у более крупных моллюсков, имеющих толстую раковину, чем у молодежи. Образованные губкой отверстия, тоннели и полости ослабляют механические свойства раковин, которые становятся хрупкими, и ухудшают товарный вид и свойства моллюсков. Иногда повреждения раковин затрагивает мускул-замыкатель и лигамент, из-за чего устрицы не могут нормально открывать и закрывать створки и, следовательно, нормально питаться. Больные клинозом устрицы отстают от здоровых в темпах роста (на 20-28 %), имеют меньшую наполняемость (долю мягких тканей) (на 10 %). При высокой интенсивности инвазии возможно острое протекание клиноза, приводящее к быстрой гибели сильно зараженных моллюсков. У погибающих от клиноза устриц мантия сжимается, что может быть обусловлено лизирующим действием губок на ткани зараженного моллюска. Отмечается повышенная смертность моллюсков, зараженных сверлящими губками, как при выращивании, так и при транспортировании [25, 32]. Диагноз на клиноз ставят при обнаружении отверстий на раковине устриц диаметром до 2-3 мм (входящие – 0,8-1,1 мм; выходящие - 1,3-3,0 мм). Сами губки, имеющие желтый, оранжевый или красный (бурый) цвета могут быть обнаружены в образованных ими тоннелях. Видовую идентификацию губок выполняют при микроскопировании их спикул на свежих временных препаратах (увеличение

100-400 х). Считается, что двукратная в течение года солевая обработка устриц против клионоза позволяет надежно контролировать это заболевание [35]. Рекомендуется обработка устриц в ваннах с пресной водой в течение 12-16 часов, а также периодическая очистка раковин моллюсков от обрастателей и их высушивание на воздухе в течение 3-4 часов. В ходе очистки раковин, визуально видимые пораженные клионой моллюски удаляют из садков, а затем утилизируют [26].

Скутикоцилиатоз, вызываемый инфузориями отряда Scuticociliatida (предположительно, *Uronema marinum*), обнаружен нами во всех обследованных районах выращивания устриц, а именно на Кавказе, на южном берегу и на западе Крыма. Экстенсивность инвазии устриц этими инфузориями чаще составляла 10-20 %, но иногда достигала 30-50 %; интенсивность инвазии – от единичных экз. до гиперинвазии; поражены были как молодь, так и взрослые моллюски. Известно, что возбудителем скутикоцилиатоза молоди устриц являются неопределенные до вида скутикоцилиатидные инфузории и/или *Uronema marinum*. В Черном море инфузорий *U. marinum* обнаруживали у побережья Румынии у мидий (*Mytilus galloprovincialis*); экстенсивность инвазии ими составляла 10-25 %, интенсивность инвазии – 2-3 экз. в поле зрения микроскопа на увеличении 100 х [28, 40]. *Uronema* sp. обнаруживалась среди свободноживущих организмов в черноморском планктоне [1]. Инфузории *U. marinum* впервые выявлены в Адриатическом море в 2012 году, а затем они широко распространились в этом регионе. Предполагается, что эти инфузории были занесены в Адриатическое море из азиатского (тихоокеанского) региона при перевозке моллюсков *Tapes philippinarum* (= *Ruditapes philippinarum*) [64]. Инфузории отряда Scuticociliatida (*U. marinum* ?) впервые обнаружены нами у тихоокеанских устриц в Черном море летом 2018 года после их массовой гибели, вызванной, предположительно, вспышкой герпесвирусной инфекции [20]. Тогда у некоторых переболевших устриц нами отмечалась системная инвазия инфузориями; экстенсивность инвазии ими достигала 36-63 %, а интенсивность - до 7-8 экз. на увеличении микроскопа 100 х. Эти данные согласуются с результатами других исследований, показавших, что в период вспышки герпесвирусной инфекции тихоокеанских устриц в Средиземном море (лагуна Тау, Франция) также происходило увеличение численности инфузорий *Uronema* sp. в планктоне; эти инфузории участвовали в разложении тканей погибших устриц и могли быть вовлечены в передачу герпесвирусной инфекции (возбудитель – микровариант OsHV-1) во время эпизоотии [36]. Скутикоцилиатиды обычно ведут свободно живущий (не паразитический) образ жизни в морских (солонатоводных) водоемах, морских бассейнах и аквариумах, питаются бактериями, микроводорослями и органическими остатками. Они могут долгое время существовать во внешней среде вне хозяина, но при благоприятных условиях быстро увеличивают свою численность, проникают в ткани морских животных (моллюсков, ракообразных или рыб), переходят к питанию их живыми тканями. Скутикоцилиатиды, будучи оппортунистическими организмами, не имеют узкой хозяйинной

специфичности [65]. Развитию болезни способствуют плохие условия выращивания моллюсков, приводящие к их стрессированию, а именно высокая плотность посадки, органическое загрязнение воды, не оптимальные гидрологические условия, другие болезни. Считается, что скутикоцилиатоз возникает в результате нарушения баланса между плотностью инфузорий во внешней среде и устойчивостью к ним хозяев. Инфузории *U. marinum* могут вызывать заболевание у морских рыб и, по-видимому, у моллюсков, при температуре от +8 до +28 ° С при солености 20-31 промилле [37]. Течение скутикоцилиатоза у молоди устриц острое, приводящее к массовой их гибели; смертность достигает 50 %. Вторичная бактериальная инфекция сопутствует и осложняет течение болезни. Гибель устриц наступает лишь при системной инвазии. Питаясь тканями хозяина, скутикоцилиатидные инфузории могут вызвать образование на них некротических очагов, заполненных инфузориями; они способны глубоко проникать в толщу мягких тканей, кровеносные сосуды, внутренние органы. Болезнь потенциально опасна для устричных питомников [48]. Диагноз на скутикоцилиатоз ставят при микроскопировании свежих или фиксированных мазков слизи с жабр, гемолимфы, мускулатуры и других внутренних органов моллюсков на увеличениях 100-400 х в проходящем свете или методом фазового контраста. Фиксированные и импрегнированные серебром препараты позволяют идентифицировать скутикоцилиатид на уровне семейств, родов или видов. Для подтверждения патогенности обнаруженных на мазках инфузорий проводят дополнительные гистологические исследования тканей больных моллюсков по стандартной методике (окраска гематоксилин-эозином). Методы лечения скутикоцилиатидных инвазий молоди устриц не разработаны. Контроль над ними в открытых водоемах затруднен, так как заражение культивируемых моллюсков может произойти в результате заноса патогенов из диких популяций. Для профилактики этого заболевания и недопущения проникновения патогенных инфузорий в бассейны устричных питомников в них соблюдают режим санитарной (биологической) безопасности. Показано, что ультрафиолетовая обработка поступающей воды, совместно с регулярной очисткой бассейнов и обеспечением в них надлежащей проточности является эффективным методом предотвращения скутикоцилиатозов [63].

Возбудители гексамитоза (предположительно, *Hexamita nelsoni*) выявлены нами во всех обследованных районах, у молоди и взрослых устриц, чаще с экстенсивностью инвазии 10-20 %. В некоторых хозяйствах, в том числе на южном берегу Крыма, обнаружена зараженность 70 % исследованных устриц с интенсивностью до 10 экз. гексамит в поле зрения микроскопа на 400 х; инвазированными были кишечник, пищеварительная железа и жабры моллюсков (=системная инвазия). Известно, что возбудителем гексамитоза устриц (ямковой или зимне-весенней болезни устриц) являются факультативно паразитические жгутиконосцы *Hexamita* spp. (*H. nelsoni*, *H. inflata*). Гексамит обнаруживали у разных видов устриц в морских акваториях повсеместно, в том числе у европейской устрицы - в Нидерландах, в Средиземном море и на

востоке Канады, а также у тихоокеанской устрицы - на западном побережье США. До недавнего времени жгутиконосцев *H. nelsoni* в Черном море находили лишь у средиземноморской мидии [3, 9, 28]. Мы впервые обнаружили их у культивируемых тихоокеанских устриц в Черном море [19]. Гексамиты могут жить вне организма моллюсков, во внешней среде (в морской воде), и при паразитировании чаще обнаруживаются в кишечнике устриц с невысокой интенсивностью инвазии, не вызывая при этом явных патологий. Такое состояние не считается заболеванием. Однако ухудшение условий выращивания моллюсков, провоцирующее у них физиологический стресс и ослабление иммунной защиты, может привести к увеличению численности гексамит и развитию системной инвазии [43, 56, 61]. Заболевшие устрицы не имеют явных признаков истощения, но при системной инвазии гексамитами их створки бывают приоткрытыми. На тканевом уровне регистрируется деструктивное воздействие гексамит на различные органы хозяина, а также ответная воспалительная реакция моллюсков на их вторжение. Вторичная бактериальная инфекция сопутствует болезни [42, 56]. Случаи массовой гибели устриц, вызванные гексамитозом, регистрировались у устриц Олимпия *Ostrea conchaphila* (= *Ostrea lurida*) в системе заливов Пьюджет-Саунд в США, а также у европейской устрицы в рециркуляционных бассейнах в Нидерландах. Смертность устриц Олимпия в зимние месяцы при температуре воды ниже 12° С в течение двух месяцев достигала 75 % [32, 54]. Известно, что болезнь регистрируется в зимние месяцы при температуре от 6 до 12 °С, но в экспериментальных условиях жгутиконосцы *H. inflata* хорошо росли в диапазоне температур от 5 до 25 °С, а также при солености от 3 до 28 промилле [52]. Лабораторный диагноз на гексамитоз ставят на основании микроскопических исследований свежих мазков содержимого кишечника, гемолимфы, жабр, пищеварительной железы и других органов моллюсков. Мазки необходимо рассматривать на среднем (400 х) и большом увеличении (1000 х) микроскопа в проходящем свете или на фазовом контрасте. На свежих мазках гексамиты подвижны, и поэтому легко обнаруживаются. Для более точной родовой или видовой идентификации гексамит мазки фиксируют, а затем импрегнируют (пропитывают) азотно-кислым серебром или окрашивают гематологическими красителями (например, азур-эозином по Романовскому [14]). В настоящее время надежные методы контроля гексамитоза устриц не разработаны. Предполагается, что избегание длительного содержания теплолюбивых видов устриц при температуре ниже 10° С, увеличение циркуляции воды (водообмена) в местах выращивания устриц и уменьшение плотности их популяций тормозит течение болезни [32]. Рекомендуется размещать морские фермы в районах, где зараженность гексамитами диких моллюсков минимальная или отсутствует [10]. Предполагается, что гексамиты чувствительны к антибиотикам и антипаразитарным препаратам [61], однако условия и режимы лечебной обработки устриц против гексамитоза пока не разработаны.

Нами установлено, что полидороз (болезнь иловых блистеров, болезнь грязевых червей) (возбудитель – сверлящие полихеты *Polydora* spp.) представляет наибольшую угрозу для разведения устриц в Черном море, поражая значительную долю культивируемых моллюсков в большинстве хозяйств Кавказа и Крыма, приводя к ухудшению их товарного вида и, по видимому, способствуя их повышенной смертности. Кавказские хозяйства были поражены полидорозом сильнее, чем крымские. Экстенсивность инвазии полидорами обычно составляла 20-50 %, но в некоторых хозяйствах достигала 100 %. Интенсивность поражения раковин моллюсков блистерами полидор в среднем была 1-4 экз., но иногда достигала 8 блистеров у одного моллюска; в таком случае моллюски выглядели умирающими, имели высокую бактериальную обсемененность тканей. Известно, что возбудителями полидороза моллюсков являются морские многощетинковые черви из рода *Polydora*, включая *Polydora ciliata*, *P. websteri*, *P. limicola*, *P. ligni*, *P. variegata*, *P. convexa*, *P. concharum*, *P. hoplura*, а также представители рода *Boccardia* (= *Paraboccardia*) (*Boccardia knoxi*, *B. acus*, *B. atokouica* и *B. chilensis*) [32]. Полидоры не обладают узкой хозяйственной специфичностью; хозяевами их могут быть многие виды моллюсков, включая двустворчатых мидий (семейство *Mylididae*), морских гребешков (*Pectinidae*), устриц (*Ostreidae*), а также брюхоногих морских ушек (*Haliotidae*). В Черном море полидоры обнаруживались у местных мидий, европейской и тихоокеанской устриц, а также у брюхоногого моллюска рапаны (*Rapana venosa*, = *Rapana thomasiana*) [28]. Недавно *P. websteri* была массово обнаружена в районе Керченского пролива у моллюска вселенца анадары (*Anadara kagoshimensis*) [27]. Из полидор на черноморских устрицах регистрировались *P. ciliata* и *P. websteri* [6, 7, 15, 16]. Вид *P. websteri* найден в Черном море сравнительно недавно, хотя, возможно, он вселился в это море гораздо раньше, и его сначала путали с *P. ciliata* [17, 27]. Недавно установлено, что в прибрежных водах Крыма обитает еще один вид полидор *P. cornuta* [2, 27]. Можно ожидать, что эти полидоры могут стать патогенными для культивируемых и диких моллюсков Черного моря. При невысокой интенсивности инвазии полидорами устриц, болезнь протекает хронически, не приводя к гибели зараженных моллюсков. Это происходит в том случае, если сверлящие полихеты локализуются лишь в поверхностном слое раковины зараженных моллюсков, и не затрагивают ее внутренних слоев. При высокой интенсивности инвазии на внутреннем перламутровом слое раковины большого моллюска происходит образование ходов (тоннелей) и обширных вздутий (блистеров), заполненных илом, а также воспаление мускула замыкателя и (или) образование гнойников и нарывов на мягких тканях [56]. Заполненные илом блистеры и ходы (тоннели) ухудшают товарный вид устриц, а также их вкусовые качества [68]. Блистеры полидор могут занимать до 40-50 % мантийной полости зараженных моллюсков, и до 90 % площади их створок [21]. Образование блистеров – является ответной защитной реакцией моллюсков на вторжение полидор; при этом моллюски затрачивают дополнительные пластические и энергетические ресурсы на их

построение. Ходы полидор представляют собой U-образные тоннели, выстланные органическим материалом – «трубкой», построенной полихетой в раковине и заполненные детритом. У зараженных полидорами устриц ухудшаются биохимические и физиологические показатели (в мягких тканях уменьшается содержание белка, гликогена, липидов), в том числе снижаются их репродуктивные способности, затормаживается рост, уменьшается выход мяса (снижается индекса кондиции). Иногда у сильно зараженных устриц отмечается загрязнение илом жабр и мантийной полости [49]. При высокой интенсивности инвазии полидорами существенно ослабляется твердость раковины устриц; это приводит к ломке створок моллюсков при их периодической очистке, а также при упаковывании и транспортировке. Из-за разложения продуктов выделения полихет внутри раковин появляется ил, образуется сероводород (его можно ощутить по запаху), повышается бактериальная обсеменённость мягких тканей таких моллюсков, что может послужить основанием для недопущения их в реализацию [22, 23, 29]. Из-за вспышек полидороза до половины выращенных моллюсков теряли свою товарную ценность [56]. В неблагополучных по полидорозу устричных фермах снижается продуктивность и рентабельность производства [38, 44, 62, 68]. В последние годы массовые заболевания устриц полидорозом привели к значительным экономическим ущербам для устричной индустрии в Австралии, Новой Зеландии и на Гавайях [38]. Блистеры, заполненные илом и морской водой, обнаруживали при паразитировании полидор у тихоокеанских устриц в Бразилии, Мексике, Южная Австралии и Тасмании, Новая Зеландия, США, Канада [32, 34, 45, 68]. Так, в Вадденском море зараженность тихоокеанских устриц полидорами *P. websteri* достигала 42-87 %; у тихоокеанского побережья США (штат Вашингтон) – 41 %, на Атлантическом побережье США и Гаваях – до 100 %; у некоторых экземпляров устриц количество полидор в раковине превышала 100 экз., а количество блистеров – 12 шт. [66]. Известны случаи массовой гибели (снижении выживаемости) тихоокеанских устриц при их культивировании во Франции, вызванные полидорозом [7, 62, 69]. Диагноз на полидороз ставят на основании обследования внешней и внутренней поверхностей раковин моллюсков на небольших увеличениях. Обнаружение на внешней поверхности раковин двойных отверстий диаметром около 2 мм, ведущих в тоннели, а также нахождение на внутренней поверхности множества заполненных черным или темно-серым илом блистеров и (или) U-образных ходов (тоннелей) размером до 1-2 см и более, в которых располагаются полихеты, свидетельствует о заболеваемости полидорозом. Идентификацию полидор выполняют на основании изучения их внешних морфологических признаков, особенно по строению их щетинок. У всех полидор пятый щетинковый сегмент тела крупнее остальных, резко видоизменённый, с очень крупными специализированными щетинками (характерный признак рода *Polydora*) [12]. Подвесная технология культивирования устриц считается менее подверженной полидорозу. Рекомендуется избегать или предотвращать избыточного накопления ила на дне в районе устричных плантаций. Для очищения устриц от полидор

рекомендуется периодическая обработка выращиваемых моллюсков разными химическими препаратами. Так, эффективно используется насыщенный солевой раствор (NaCl), в который устриц погружают на 10-15 минут, с последующей сушкой на воздухе в течение 15 или более минут; такая обработка вызвала гибель до 87% *P. websteri* в раковинах живых устриц [53]. Для обеззараживания устриц от полидору рекомендуется выдерживать их в ваннах с пресной водой в течение 12 часов или до 48 часов, повторяя эту процедуру дважды [24]. В Австралии успешно применялись йодиновые ванны с экспозицией 2-3 часа с концентрацией активного йода 0,1 г на 1 литр морской воды; перед обработкой устриц в течение 4-5 суток высушивают на воздухе [4]. Одним из современных эффективных способов обработки моллюсков от полидуроза считается SSSP – метод (Super Salty Slush Puppy) [60]. Этот метод включает 2-х минутное полное погружение устриц в рассол поваренной соли (тузлук) (250 г/л) при низкой температуре от -10°C до -30°C (т. е. в ледяную воду) с последующей сушкой на воздухе в течение 3 часов.

Во всех исследованных нами районах Черного моря у культивируемых тихоокеанских устриц нами не были обнаружены возбудители и клинические признаки нематодоза, личиночных трематодозов, микроспориоза, перкинсоза, микроцитоза, гаплоспориоза, что может свидетельствовать о возможном благополучии исследованных хозяйств и районов в отношении этих заболеваний. Однако заносы этих и других инвазий в районы размещения устричных хозяйств в Черном море возможны. Так, известны случаи массового заболевания тихоокеанских устриц перкинсом, спровоцированные стрессовыми факторами среды, такими как повышенная температуры воды и резкое изменение ее солености; подозревалось длительное отрицательное влияния перкинсоза на устричную индустрию зараженного региона. Тихоокеанские устрицы менее восприимчивы к этой инвазии, чем другие моллюски, однако они могут быть ее переносчиком или резервуаром [50, 67]. Известно, что перкинсоз способен вызывать массовые гибели и существенно влиять на популяционную численность восточной (американской) устрицы *Crassostrea virginica*. Смертность американской устрицы от перкинсоза может достигать 80-100 %. Болезнь распространена вдоль восточного побережья США и Мексики, интродуцирована на Гавайи и, возможно, в Бразилию. Паразит живет внутри гемоцитов устриц, где периодически размножается, увеличивает свою численность, выходит из зараженных клеток и инвазирует другие гемоциты, вместе с которыми разносится по всему организму больного моллюска, вызывая системную инвазию и его гибель. Паразит вызывает разрушение соединительных и эпителиальных клеток. Зараженные устрицы имеют бледную пищеварительную железу, пониженный индекс кондиции, признаки сильного истощения; в тканях больных перкинсом моллюсков обнаруживаются обширные очаги воспаления или некроза [59].

Возбудители мартейлиоза устриц – простейшие *Marteilia refringens* обнаруживались у завезенной во Францию тихоокеанской устрицы без клинических признаков заболевания; предполагается, что тихоокеанская

устрица устойчива к мартейлиозу [32, 57]. Эта болезнь широко распространена в Европе (Франция, Португалия, Испания, Швеция, Великобритания), в том числе в Средиземноморском бассейне (Албания, Хорватия, Греция), где вызывает повторяющиеся массовые гибели европейской устрицы со смертностью 50–90 %, что негативно влияет на устричную индустрию зараженных (неблагополучных) регионов. Болезнь приводит к истощению моллюсков, обесцвечиванию их пищеварительной железы, истончению мантии, прекращению роста, некрозу тканей и их гибели. Паразит чаще встречается в клетках пищеварительной железы, но также и в других тканях моллюска, где он внутриклеточно делится, образуя споры. Представители рода *Marteilia* обнаруживались в Европе у средиземноморской (*Mytilus galloprovincialis*) и голубой (съедобной) (*M. edulis*) мидий, которые могут быть восприимчивы к этой инвазии.

Смертность тихоокеанской устрицы от микроцитоза (= болезнь острова Денман) (возбудитель – простейшие *Mikrocytos mackini*) может достигать 40-70 %. Болезнь распространена вдоль тихоокеанского побережья Канады и США, и недавно обнаружена в Европе (Великобритании). У зараженных моллюсков отмечается внутриклеточная инвазия соединительной ткани, приводящая к сильной ее инфильтрации гемоцитами, с последующим ее некрозом. Болезнь протекает при низкой температуре воды (+ 10-12 °С). У зараженных моллюсков на разных органах (преимущественно, на поверхности мантии и мускуле замыкателе) обнаруживаются зеленоватые или желто-коричневые язвы (гнойники) диаметром до 5 мм, которые ухудшают товарный вид моллюсков. Заболевшие устрицы становятся истощенными и водянистыми.

Тихоокеанская устрица считается менее восприимчивой к гаплоспоридиозу (= болезнь «MSX», или болезнь залива Делавэр), чем другие виды устриц [33, 41]. Возбудитель – простейшие *Haplosporidium* (= *Minchinia*) *nelsoni*). Предполагается, что эта болезнь может представлять угрозу для молоди тихоокеанской устрицы, тогда как взрослые моллюски не болеют, но могут служить переносчиками или резервуарами инфекции [46, 51]. Вместе с тихоокеанской устрицей этот паразит проник в воды Америки и другие регионы мира, вызвав там сильные эпизоотии гаплоспоридиоза у американской и других устриц. Кроме *H. nelsoni* у тихоокеанской устрицы регистрировался другой вид гаплоспоридий - *Haplosporidium costale* (= *Minchinia costalis*); однако его патогенное воздействие на этого хозяина не было установлено [47]. Гаплоспоридиоз широко распространен в США и Канаде, обнаруживался у тихоокеанской устрицы в Корее, Китае, Японии, Франции и Ирландии. Смертность от этого заболевания восточной (американской) устрицы достигает 90-95 %, приводя устричную индустрию зараженного региона к упадку. У заболевших моллюсков существенно снижается индекс кондиции, бледнеет пищеварительная железа, развивается истощение, тело становится водянистым. При остром течении болезни клинические признаки не успевают развиться. Заболеванию способствует повышенная соленость воды (выше 15 промилле).

Тихоокеанская устрица может быть экспериментально заражена бонамиозом; она подозревается как возможный переносчик или резервуар простейших *Bonamia ostreae* [58]. Болезнь распространена в Европе (Франция, Ирландия, Италия, Нидерланды, Португалия, Испания, Великобритания), а также в Канаде и США. К инвазии более восприимчива европейская устрица, аквакультура которой в Европе сильно пострадала от вспышек бонамиоза. Во время эпизоотии у части заболевших моллюсков происходит пожелтение и сильное язвенное поражение жабр, мантии и пищеварительной железы. Паразит размножается в жаберном эпителии и гемоцитах, приводя к значительной инфильтрации всех тканей моллюсков зараженными гемоцитами. Смерть устриц наступает как при слабой, так и при сильной интенсивности инвазии; в последнем случае отмечается истощение моллюсков. Другой вид бонамии - *B. exitiosa* вызывает аналогичную системную инвазию европейской и других видов устриц. Инвазированные бонамиями *B. exitiosa* гемоциты первоначально обнаруживаются лишь в соединительной ткани, но затем проникают во все ткани моллюсков, смерть которых наступает из-за истощения энергетических запасов больных моллюсков. Бонамиозы способны оказывать регулирующее влияние на состояние как диких, так и культивируемых популяций восприимчивых видов устриц [59].

**Выводы.** Результаты наших исследований показали, что в настоящее время полидороз представляет наибольшую угрозу при выращивании тихоокеанских устриц в Черном море, поражая значительную долю культивируемых моллюсков в большинстве хозяйств, приводя к ухудшению их товарного вида и, по видимому, способствуя их повышенной (сверхнормативной) смертности. Другие обнаруженные нами инвазионные болезни (клионоз, гексамитоз, скутикоцилиатоз) распространены в исследованных районах в меньшей степени, но также способны оказывать отрицательное воздействие на состояние здоровья тихоокеанских устриц в Черном море. Все обнаруженные нами инвазионные заболевания в условиях развития устричной индустрии в Черном море способны распространяться, переходить на местные виды культивируемых и диких моллюсков, например, на европейскую устрицу и средиземноморскую мидию, повышая их зараженность (заболеваемость). В Черном море нами не были обнаружены возбудители и клинические признаки нематодоза, личиночных трематодозов, микроспориоза, а также особо опасные протозойные болезни устриц (перкинсоз, микроцитоз, гаплоспориоз). Тем не менее, существуют риски проникновения в этот регион упомянутых болезней, а также мартейлиоза и бонамиоза. Контроль над этими заболеваниями регламентирован международным и отечественным законодательством (The Council Directive 2006/88/EC on «Animal health requirements for aquaculture animals and products thereof, and on the prevention and control of certain diseases in aquatic animals»; Приказ Минсельхоза России от 14.12.2015 № 635 «Об утверждении Ветеринарных правил проведения регионализации территории Российской Федерации»; «Единые ветеринарные (ветеринарно-санитарные) требования,

предъявляемые к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору)», утвержденные Решением Комиссии Таможенного союза от 18 июня 2010 года № 317 и др.); он является условием обеспечения эпизоотической стабильности и равноправной международной торговли водными животными. В этой связи исследования инвазионных болезней устриц в Черном море должны быть продолжены, в том числе с применением стандартизованных, более чувствительных и высоко специфичных молекулярно-генетических методов диагностики [OIE - Manual of Diagnostic Tests ..., 2019]. Мы рекомендуем морским фермерам учитывать сведения об инвазионных болезнях устриц при их культивировании, в том числе при выборе места размещения морских ферм, при выборе оптимальных биотехнологий выращивания моллюсков, для планирования затрат на проведение профилактических и лечебных мероприятий, а также для более точного прогнозирования урожайности неблагополучных морских ферм. Внедрение в практику устрицеводства в Черном море мероприятий по контролю инвазионных болезней устриц позволит сократить ущербы от них, повысить производительность морских устричных ферм (хозяйств), а также обеспечить эпизоотическое благополучие культивируемых и диких видов моллюсков.

#### Список литературы:

1. Биологическое разнообразие микропланктона прибрежной зоны Черного моря в районе Севастополя (2001-2003 гг.). // Поликарпов И. Г., Сабурова М. А., Манжос Л. А., Павловская Т. В., Гаврилова Н. А. // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор). Под ред.: Еремеев В. Н., Зайка В. Е., Поликарпов И. Г. и др. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003 – С. 16-42.
2. Биология Черного моря у берегов Юго-Восточного Крыма / под ред. Н. С. Костенко. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 376 с.
3. Гаевская А. В. (под ред.) Паразиты, комменсалы и болезни черноморской мидии. – Киев: Наукова думка, 1990. – 132 с.
4. Гаевская А. В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). VI. Полихеты (*Polychaeta*). - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2008.- 137 с.
5. Гаевская А. В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). VIII. Губки (*Porifera*). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 101 с.
6. Гаевская А. В., Губанов В. В. Паразиты и болезни объектов марикультуры // Рыбное хозяйство. - 1995 - № 1. - С. 38 - 39.
7. Гаевская А. В., Лебедевская М. В. Паразиты и болезни гигантской устрицы (*Crassostrea gigas*) условиях культивирования. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. – 218 с.
8. Гаевская А. В., Лебедевская М. В. Микробиологические и паразитологические аспекты биотехнологии культивирования гигантской устрицы (*Crassostrea gigas*) в Чёрном море / Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская,

Г. Е. Шульман, Ю. А. Загородняя; НАН Украины, Институт биологии южных морей НАН Украины. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. - С. 193-209.

9. Гаевская А. В., Солонченко А. И., Лобанова Т. М. Симбионты, обрастатели и вредители черноморских мидий // Симферополь: Редотдел Крымского полиграфиздата. - Справочник. - 1990. - 20 с.

10. Иванов В. Н. (под ред.) Марикультура мидий на Черном море. НАН Украины. Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2007. – 314 с.

11. Инструкция по культивированию черноморской и тихоокеанской устриц в разных районах Черного моря. Отчет о НИР. – Керчь: ЮгНИРО, 2007. – 51 с.

12. Киселева М. И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. - Апатиты: Кольский научн. центр. – 2004. – 409 с.

13. Ковальчук Н. А. Фауна перфораторов раковин тихоокеанской устрицы, культивируемой в Черном море// Научно-технические проблемы марикультуры в стране: Тезисы докладов Всесоюзной конференции (Владивосток, 23 - 28 октября 1989 г.). – Владивосток, 1989. – С. 181– 182.

14. Лабораторный практикум по болезням рыб / Мусселиус В. А., Ванятинский В. Ф., Вихман А. А. и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 296 с.

15. Лебедевская М. В., Белофастова И. П. Паразиты и заболевания устриц *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) и *Ostrea edulis* (Linne, 1758) в Чёрном море //Сборник научных статей по материалам IV Съезда Паразитологического общества при РАН (Санкт-Петербург, 20–25 октября 2008 г.).– Санкт-Петербург. – 2008. – С. 122-126.

16. Лебедевская М. В., Гаевская А. В. Фауна паразитов и комменсалов моллюсков, культивируемых в районе Севастополя (Чёрное море) // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период. Материалы международной конференции. г. Ростов-на-Дону, 28.09.-2.10.2015. – Ростов-на-Дону, 2015. – С. 89-92.

17. Лисицкая Е. В., Болтачёва Н. А., Лебедевская М. В. Новый для фауны Украины вид - *Polydora websteri* Hartman, 1943 (Polychaeta: Spionidae) из прибрежных вод Крыма (Чёрное море) //Морской экологический журнал. – 2010. – Т. 9. – №. 2. – С. 74-80.

18. Мальцев В. Н. Болезни угрожают успешному культивированию устриц в Черном море // Рыба № 1. – 2019. – № 23 (вып. 2). – С. 52-55.

19. Мальцев В. Н. Тихоокеанские устрицы массово гибнут в Черном море // Рыба №1. – 2020. - № 24 (вып. 1). – С. 44-48.

20. Мальцев В.Н. Предварительные данные о вспышке герпесвирусной инфекции устриц в Черном море // Промысловые беспозвоночные: матер. IX Всерос. науч. конф. (г. Керчь, 30 сентября – 2 октября 2020 г.). - Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. - С.127-134.

21. Мачкевский В. К. Эпизоотическая ситуация в прибрежной зоне Севастополя в связи с задачами культивирования мидии и устриц // Экология моря. – 2001. – Т. 56. – С. 51-55.

22. МУК 3.2.988-00. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. Методические указания (утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 25.10.2000). [Электронный ресурс]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030400> (дата обращения 13.08.2021).

23. СанПиН 2.3.4.050-96 Производство и реализация рыбной продукции. - М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996. - 105 с.

24. Спосіб боротьби з полідорозисом устриць *Ostrea edulis* L., 1758 та *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), що культивують у Чорному морі // Мачкевський В. К., Гаєвська А. В., Лебедовська М. В. Патент на корисну модель, UA 65448 U. МПК 2011.01. – 4 с.

25. Спосіб діагностики пінозису у мідій і устриць, що культивують у Чорному морі // Лебедовська М. В., Гаєвська А. В., Мачкевський В. К. Патент на корисну модель, UA 82920 U. МПК 2013.01. – 5 с.

26. Супрунович А. В., Макаров Ю. Н. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: мидии, устрицы, гребешки, раки, креветки. – Киев: Наукова думка, 1990. – 262 с.

27. Тимофеев В. А., Симакова У. В. *Polydora websteri* – комменсал *Anadara kagoshimensis* в Азово-Черноморском регионе // Российский журнал биологических инвазий. – 2021. - № 2. – С. 93-102.

28. Холодковская Е. В. Итоги изучения фауны симбионтов промысловых черноморских двустворчатых моллюсков // Экология моря. – 2003. – Т. 63. – С. 66-72.

29. Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Выращивание мидий и устриц в Черном море / под. ред. В. Н. Еремеева; Национальная академия наук Украины, Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. – Севастополь. - 2010. - 424 с.

30. Шкорбатов Г. Л., Старобогатов Я. И. Методы изучения двустворчатых моллюсков // Труды зоологического института. Т. 219. - Л.: Зоологический ин-т АН СССР. – 1990. – С. 153-171.

31. Asia Diagnostic Guide to Aquatic Animal Diseases / Bondad-Reantaso M. G., McGladdery S. E., East I., Subasinghe R. P. (eds.). FAO Fisheries Technical Paper No.402, Supplement 2. Rome, FAO. 2001. 240 p.

32. Bower S. M. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish. [Electronic resource]. – URL.: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/aah-saa/diseases-maladies/index-eng.html> (дата обращения 24.07.2021).

33. Burreson E. Shellfish: MSX disease still going strong // Aquaculture Health International. – 2005. – Iss. 2. – P. 13-14.

34. Caceres-Martinez J., Macias-Montes de Oca P., Vasquez-Yeomans R. *Polydora* sp. infestation and health of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* cultured in Baja California, NW Mexico // Journal of Shellfish Research. - 1998. – 17. – P. 259-264.
35. Carver C. E., Thériault I., Mallet A. L. Infection of cultured eastern oysters *Crassostrea virginica* by the boring sponge *Cliona celata*, with emphasis on sponge life history and mitigation strategies // Journal of Shellfish Research. – 2010. – Vol. 29. – №. 4. – P. 905-915.
36. Changes in planktonic microbial components in interaction with juvenile oysters during a mortality episode in the Thau lagoon (France)/ Richard M., Bec B., Vanhuysse C., Mas S., Parin D., Chantalat C., ... Mostajir B. // Aquaculture. – 2019. – Vol. 503. – P. 231-241.
37. Cheung P. J., Nigrelli R. F., Ruggieri G. D. Studies on the morphology of *Uronema marinum* Dujardin (Ciliata: Uronematidae) with a description of the histopathology of the infection in marine fishes // Journal of Fish Diseases. - 1980. – 3 (4). – P. 295-303.
38. Confirmation of the shell-boring oyster parasite *Polydora websteri* (Polychaeta: Spionidae) in Washington State, USA / Martinelli J. C., Lopes H. M., Hauser L., Jimenez-Hidalgo I., King T. L., Padilla-Gamiño J. L., ... Wood C. L. //Scientific reports. – 2020. – Vol. 10. – №. 1. – P. 1-14.
39. David A. A. Climate Change and Shell-Boring Polychaetes (Annelida: Spionidae): Current State of Knowledge and the Need for More Experimental Research // The Biological Bulletin. – 2021. – Vol. 241. – №. 1. – P. 000-000.
40. Dumitrescu E., Zaharia T. Maladies signalees chez *Mytilus galloprovincialis* Lmk. de la Baie de Mamaia – littoral roumain de la Mer Noire // Cercetări marine. – 1993. – №. 26. – P. 143 – 150.
41. Elston R.A. Health management, development and histology of seed oysters. Chapter 19. Haplosporidiosis of juvenile oysters. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, 1999. – P. 99–102.
42. Elston R. Hexamitiasis of Oysters [Electronic resource]. – URL.: <https://units.fisheries.org/fhs/wp-content/uploads/sites/30/2017/08/5.2.8-Hexamitiasis-2014.pdf> (дата обращения: июль, 2021).
43. Feng S. Y., Stauber L. A. Experimental hexamitiasis in the oyster *Crassostrea virginica* //Journal of invertebrate pathology. – 1968. – Vol. 10. – №. 1. – P. 94-110.
44. Gosling E. Marine bivalve molluscs. – John Wiley & Sons, 2015. – 523 p.
45. Handley S.J., Bergquist P.R. Spionid polychaete infestations of intertidal Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg), Mahurangi Harbour, northern New Zealand // Aquaculture. – 1997. – 153. – P. 191-205.
46. Haplosporidiosis in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* from the French Atlantic coast / Renault T., Stokes N. A., Chollet B., Cochenec N., Berthe F., Gérard A., Burreson E. M. // Diseases of Aquatic Organisms. – 2000. – Vol. 42, iss. 3. – P. 207–214.

47. *Haplosporidium nelsoni* and *H. costale* in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* from China's coasts / Wang Z., Lu X., Liang Y., Wang C. // Diseases of Aquatic Organisms. – 2010. – Vol. 89, iss. 3. – P. 223–228.
48. Helm M.M., Bourne N., Lovatelli A. Hatchery culture of bivalves: a practical manual. – FAO Fisheries Technical Paper. No. 471. Rome, FAO, 2004. – 177 p.
49. Histological techniques for marine bivalve mollusks and crustaceans / Howard D. W., Lewis E. J., Keller B. J., Smith C. S. – NOAA, National Ocean Service, National Centers for Coastal Ocean Service, Center for Coastal Environmental Health and Biomolecular Research, Cooperative Oxford Laboratory, 2004. – Vol. 5. – 218 p.
50. Histological survey of Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg) in Galicia (NW Spain) / Iglesias D., Rodríguez L., Gómez L., Azevedo C., Montes J. // Journal of invertebrate pathology. – 2012. – Vol. 111, iss. 3. – P. 244–251.
51. Kamaishi T., Yoshinaga T. Detection of *Haplosporidium nelsoni* in Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Japan // Fish Pathology. – 2002. – Vol. 37, iss. 4. – C. 193–195.
52. Khouw B. T. Some studies on the biology of a species of Hexamita derived from the oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin). A Thesis.... Windsor, Ontario, Canada, 1965. – 50 p.
53. MacKenzie C. L., Shearer L. W. Chemical control of *Polydora websteri* and other annelids inhabiting oyster shells // Proceedings of the National Shellfisheries Association. - 1961. - 50. – P. 105-111.
54. Mackin J. G., Korringa P., Hopkins S.H. *Hexamitiasis of Ostrea edulis L. and Crassostrea virginica* (Gmelin). In: Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. - 1952. - 4. – P. 72-73.
55. Marteiliosis in molluscs: A review / Berthe F.C.J., Le Roux F., Adlard R.D., Figueras A. // Aquatic Living Resources. – 2004. – Vol. 17, iss. 4. – P. 433-448.
56. Meyers T. R., Burton T. Diseases of wild and cultured shellfish in Alaska. – Alaska Department of Fish and Game, Fish Pathology Laboratories, 2009. – 129 p.
57. Marteiliosis in molluscs: A review / Berthe F. C. J., Le Roux F., Adlard R. D., Figueras A. // Aquatic Living Resources. – 2004. – Vol. 17, iss. 4. – P. 433-448.
58. Observations raise the question if the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, can act as either a carrier or a reservoir for *Bonamia ostreae* or *Bonamia exitiosa* / Lynch S. A., Abollo E., Ramilo A., Cao A., Culloty S. C., Villalba A. // Parasitology. – 2010. – Vol. 137, iss. 10. – P. 1515-1526.
59. OIE - Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals (2019) [Electronic resource]. – URL.: <https://www.oie.int/en/standard-setting/aquatic-manual/access-online/> (дата обращения 14.11.2019).
60. Oyster over-catch: cold shock treatment. The Seafood CRC Company Ltd, the Fisheries Research and Development Corporation, Port Stephens Fisheries Institute, Industry & Investment NSW and Tasmanian Oyster Research Council Ltd. Project 734 / Cox B., Kosmeyer P., O'Connor W., Dove M., Johnstone K. //

- [Electronic resource]. – URL.: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&act=8&ved=2ahUKEwjEo9CMv5fyAhWHAhAIHYEpApMQFnoECAUQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.frdc.com.au%2FArchived-Reports%2FFRDC%2520Projects%2F2010-734-DLD.pdf&usg=AOvVaw1ACOPX0ac3s0lL\\_8eRP2d2](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&act=8&ved=2ahUKEwjEo9CMv5fyAhWHAhAIHYEpApMQFnoECAUQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.frdc.com.au%2FArchived-Reports%2FFRDC%2520Projects%2F2010-734-DLD.pdf&usg=AOvVaw1ACOPX0ac3s0lL_8eRP2d2) (дата обращения 4.08.2021)
61. Papayanni P. Recherches sur les relations hôte-parasite entre *Hexamita nelsoni* Schlicht et Mackin, 1968 (Flagellata, Diplomonadida) et les huîtres de l'étang de Thau. - Doctoral dissertation. [Universite des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier \(France\)](#), 1986. – 228 p.
62. Presence of spionid worms and other epibionts in Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) cultured in Normandy, France / Royer J., Ropert M., Mathieu M., Costil K. // *Aquaculture*. – 2006. – Vol. 253. - № 1-4. – P. 461 – 474.
63. Prevention of scuticociliatosis in Japanese flounder by treatment of water-supply with a high quality UV lamp / Kasai H., Osawa S., Kobayashi T., Yoshimizu M. // *Fish Pathology*. – 2002. – Vol. 37. – №. 4. – P. 199-200.
64. Sfriso A., Buosi A., Sfriso A. A. On the occurrence of *Uronema marinum* Womersley (Chaetophorales, Chlorophyta) in the north-western lagoons of the Adriatic Sea, Mediterranean Sea (Italy) // *Mediterranean Marine Science*. – 2014. – Vol. 15. – №. 1. – P. 101-105.
65. Scuticociliatosis. Datasheet. [Electronic resource]. – URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/64854#toPictures> (дата обращения 18.05.2021).
66. Spread of the invasive shell-boring annelid *Polydora websteri* (Polychaeta, Spionidae) into naturalised oyster reefs in the European Wadden Sea/ Waser, A. M., Lackschewitz, D., Knol, J., Reise, K., Wegner, K. M., & Thielges, D. W. // *Marine Biodiversity*. – 2020. – Vol. 50. – №. 5. – P. 1-10.
67. Susceptibility of diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) and eastern oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), to *Perkinsus marinus* / Meyers J.A., Burreson E. M., Barber B. J., Mann R. // *Journal of Shellfish Research*. – 1991. – Vol. 10, iss. 2. – P. 433–437.
68. The risks of shell-boring polychaetes to shellfish aquaculture in Washington, USA: A mini-review to inform mitigation actions / Spencer L. H., Martinelli J. C., King T. L., Crim R., Blake B., Lopes H. M., Wood C. L. // *Aquaculture Research*. – 2021. – Vol. 52. – №. 2. – P. 438-455.
69. Wargo R. N., Ford S. E. The effect of shell infestation by *Polydora* sp. and infection by *Haplosporidium nelsoni* (MSX) on the tissue condition of oysters, *Crassostrea virginica* // *Estuaries*. – 1993. – Vol. 16. – №. 2. – P. 229-234.

## ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРПА И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ: ЭФФЕКТ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Е.П. МИРОШНИКОВА, А.Е. АРИНЖАНОВ, Ю.В. КИЛЯКОВА,  
К.А. САЛДЕЕВА

E.P. Miroshnikova, A.E. Arinzhanov, Y.V. Kilyakova, K.A. Saldeeva

*Оренбургский государственный университет*

Orenburg State University

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований пробиотических препаратов «АТЫШ» (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*) и «СУБТИЛИС-Ж» (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*) на гематологические показатели и на продуктивность молоди карпа.

**Ключевые слова:** пробиотические препараты, рыбы, кровь, кормление, продуктивность

**Abstracts.** The article presents the results of studies of probiotic preparations "ATYSH" (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*) and "SUBTILIS-J" (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*) on hematological parameters and on the productivity of juvenile carp.

**Key words:** probiotic preparations, fish, blood, feeding, productivity

Одним из наиболее важных критериев для осуществления благоприятного и эффективного выращивания товарной рыбы является постоянное совершенствование кормовой продукции в сторону большей безопасности сырья и повышения сбалансированности корма [1,5]. Это становится возможным при использовании в рационе рыб пробиотических препаратов, которые представляют собой культуру микроорганизмов, эффективно подавляющую патогенную микробиоту, оказывающую положительное влияние на физиологические и иммунные реакции организма хозяина, обеспечивая восстановление собственной микрофлоры [3,11].

Рынок кормопродуктов и биодобавок не стоит на месте и регулярно пополняется новыми препаратами. Одними из которых является пробиотики «АТЫШ», основу которого составляют культуры *E. faecium* и *L. acidophilus*.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводились в условиях аквариумного стенда кафедры «Биотехнология животного сырья и аквакультуры» Оренбургского государственного университета. Объект исследования – молодь карпа. Все исследования проводились в соответствии с OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) и инструкциям «The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» [12].

Методом пар-аналогов было сформировано 4 группы (n=28). В рамках подготовительного периода рыба всех опытных групп получала корм без препаратов (ОР – основной рацион). В учетном периоде использовались пробиотические препараты:

- I опытной группе скармливался ОР с пробиотиком «АТЫШ» дозировкой 0,08 г/кг корма,
- II опытной группе – ОР+ препарат «Субтилис-Ж» дозировкой 0,04 мл/кг корма,
- III опытная группа - «АТЫШ» (0,08 г/кг корма) + «Субтилис-Ж» (0,04 мл/кг корма).

Используемые препараты: «АТЫШ» на основе культур клеток *Enterococcus faecium* ( $1 \times 10^9$  КОЕ) и *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^7$  КОЕ), производство ООО «Агрофедерация» (г. Уфа) и препарат «Субтилис-Ж» на основе микроорганизмов *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*,  $2 \times 10^9$  КОЕ, производство ООО «НИИ Пробиотиков» (г. Москва).

Рыбу содержали при температуре воды - 25°C. Содержание растворенного в воде кислорода соответствовало отметке 6,0-8,0 мг/м<sup>3</sup>, а СО<sub>2</sub> – не более 20 мг/м<sup>3</sup>, рН 6,5 – 7,0. Кормление происходило 3 раза в сутки в размере 3 % от массы тела [7].

В ходе исследования проводилось еженедельное определение линейно-массовых показателей. Необходимая точность взвешивания – до 0,1 г. Помимо контроля за газовым и водородным режимом фиксировались показатели химического состава воды [6].

Определение гематологических показателей крови проводилось с использованием автоматического гематологического анализатора «URIT-2900 Vet Plus» (URIT Medical, Китай). Для работы на анализаторе использованы стандартные наборы реактивов.

Статистический анализ проводили, используя SPSS 19.0 программного обеспечения («IBM Corporation», США) и пакет программ «Statistica 10.0 («Stat Soft Inc.», США). Проверка соответствия полученных данных нормальному закону распределения определялась при помощи критерия согласия Колмогорова. Значение с  $P \leq 0,05$  считалось статистически значимым.

**Результаты исследований.** Включение в рацион подопытного карпа оказало положительное влияние на рост и развитие рыбы (таблица 1). Интенсивный прирост массы наблюдали с 4 недели эксперимента во II и III опытных группах на 20,8 % ( $P \leq 0,05$ ) и 13,3 %, соответственно, по сравнению с контролем. К концу эксперимента разница между контролем и опытными группами увеличилась и составила, 7,5 % - I опытная группа, 32,3 % ( $P \leq 0,05$ ) - II опытная группа и 22,8 % ( $P \leq 0,05$ ) - III опытная группа.

Высокий показатель прироста обусловлен лечебным воздействием пробиотических препаратов, заключающимся в стабилизации и оптимизации собственной микрофлоры, улучшении иммунологических реакций организма на внешние раздражители, в том числе стрессовые ситуации, которые преобладали в первые недели эксперимента [8,9,10].

Таблица 1 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания экспериментального карпа

Показатели	Группа			
	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Масса рыб в начале эксперимента, г	31,25 ± 3,1	31,5 ± 3,5	31,2 ± 2,5	31,2 ± 3,0
Масса рыб в конце эксперимента, г	50,4 ± 4,7	54,2 ± 4,8	66,7 ± 4,3*	61,9 ± 4,5*
Абсолютный прирост, г	19,15	22,7	35,5	30,7
Относительный прирост, %	61,28	72,06	113,78	98,39
Сохранность, %	100	100	100	100
Период выращивания, сут	35	35	35	35

Примечание: \*  $P \leq 0,05$

Кровь является лабильной тканью, позволяющая отследить изменения в физиологическом состоянии рыб, вовремя обнаружить чужеродных возбудителей в организме, и их устранить [4,5].

Анализ гематологических параметров крови (таблица 2) показал достоверное увеличение концентрации лейкоцитов в III опытной группе по сравнению с контролем 20 % ( $P \leq 0,05$ ).

Таблица 2 – Гематологические показатели крови карпа по окончании эксперимента

Показатель	Группа			
	Контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	112,3 ± 2,5	121,5 ± 6,6	122,6 ± 6,9	134,5 ± 6,2*
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	1,11 ± 0,04	0,84 ± 0,07*	1,11 ± 0,14	0,96 ± 0,09
Гемоглобин, г/л	112,3 ± 4,1	114,3 ± 7,7	117 ± 10	85 ± 4,6**
Гематокрит, %	23 ± 1,1	18,6 ± 1,9 *	20,1 ± 1,1	21,1 ± 1,2
Общий белок, г/л	32,4 ± 2,6	36,8 ± 0,8	35,4 ± 1,01	32,3 ± 2,2

Содержание эритроцитов в крови подопытных образцов регистрировали на уровне физиологической нормы, с незначительным снижением концентрации в I опытной группе на 24 % ( $P \leq 0,05$ ) по сравнению с контролем. Эффективная работа красных кровяных телец отразилась и на концентрациях гемоглобина в опытных группах. Содержание кислорода в крови гидробионтов было на отметке нормальных значений. С небольшой разницей отстают опытные образцы III группы – замечено достоверное снижение на 24,3% ( $P \leq 0,01$ ) по сравнению с контролем. Одним из важных биохимических параметров крови является общий белок. Данный показатель был незначительно выше физиологической нормы (30 г/л), что говорит о высоком уровне обменных

процессов в организме рыб и свидетельствует о нормальной белоксинтетической работе печени [9].

В целом, гематологические показатели крови подопытных рыб говорят об активных процессах обмена веществ, усвоения корма и отсутствии воспалительных процессов.

**Заключение.** Анализируя полученные данные, можно заключить следующее - включение в рацион молоди карпа исследуемых пробиотических препаратов («АТШ» и «Субтилис-Ж») положительно влияет на физиологическое состояние рыб и рост рыб. Полученные результаты показывают перспективность использования исследуемых препаратов в кормлении рыб, как биологически активных добавок.

### Список литературы:

1. Аринжанов, А.Е. Использование биодобавок и наночастиц железа в кормлении карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Вестник ОГУ. 2015. №6. С. 44-48.

2. Граевская, Ю.А. Биохимические показатели крови карпа при использовании в рационе пробиотика Баумана / Ю.А. Граевская, В.Ю. Василев // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. 2014. Том 220. - № 4. С. 90 - 93.

3. Корочинский, А.В. Технологическая разработка иммобилизованных лекарственных форм с биоспорином и их исследования: автореф. дисс.. канд. фарм.наук / А.В. Корочинский. 2014. 145 с.

4. Минеев, А.К. Гематологические параметры и паразитофауна обыкновенного пескаря *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) в рыбноводном водоеме / А.К. Минеев, О.В. Минеева // Вестник Томского ГУ. 2019. № 47. С. 123-141.

5. Мирошникова, Е.П. Гематологические параметры молоди стерляди на фоне совместного использования культуры *Bacillus subtilis* и наночастиц сплава Cu-Zn / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова, М.С. Мирошникова, К.А. Маленкина, И.С. Мирошников // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. - №3. С. 100-109.

6. Мирошникова, Е.П. Влияние ферментного препарата на обмен микроэлементов у Карпов при различной белковой обеспеченности рациона / Е.П. Мирошникова, А.А. Барабаш // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. №12. С. 164-166.

7. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. 1966. 268 с.

8. Руденко, Р.А. Влияние кормовой добавки в рационе карпа и его экстерьерные особенности // Международный научно-исследовательский журнал / Р.А. Руденко, И.И. Ткачева // 2021. №1. С.151-154.

9. Руденко, Р.А. Использование пробиотиков в стартовых комбикормах для карповых рыб / Р.А. Руденко, Т.Г. Руденко, Н.Н. Тищенко // Известия вузов. Пищевая технология. 2009. №1. С. 23-25.

10. Руденко, Р.А. Физиологическая характеристика прудового карпа при введении в рацион кормового пробиотика «Субтилис» / Р.А. Руденко, В.А. Каратунов // Инновации и инвестиции. 2020. №1. С. 213-216.

11. Шульга, Е.А. Пробиотики в кормлении осетровых рыб при товарном выращивании: автореф. дисс.. канд.биол.наук / Е.А. Шульга. 2009. 120 с.

12. OECD Guideline for Testing of Chemicals. Guideline 203. Fish, Acute Toxicity Test. Organization of Economic Cooperation Development, Paris, France, 1992. 9 p.

**ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ «АТЫШ» И  
«СУБТИЛИС-Ж» НА РОСТ И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ  
МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ МОЛОДИ КАРПА**

**Е.П. МИРОШНИКОВА, М.С. ЗУЕВА, А.Е. АРИНЖАНОВ,  
Ю.В. КИЛЯКОВА**

E.P. Miroshnikova, M.S. Zueva, A.E. Arinzhanov, Y.V. Kilyakova

*Оренбургский государственный университет*

Orenburg State University

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по влиянию пробиотических препаратов «АТЫШ» и «Субтилис-Ж» на рост и аминокислотный состав мышечной ткани молоди карпа.

**Ключевые слова:** кормление, карп, аминокислоты, пробиотики.

**Abstract.** The article presents the results of studies on the effect of probiotic preparations «ATYSH» and «Subtilis-J» on the growth and amino acid composition of the muscle tissue of juvenile carp.

**Key words:** feeding, carp, amino acids, probiotics

Повысить устойчивость к влиянию окружающей среды, улучшить работу пищеварительного тракта можно с помощью применения пробиотических препаратов в кормлении рыб. Пробиотики помогают восстановить функции организма во время и после стрессовых ситуаций: применения антибиотиков, резкой смены температуры, бонитировки, транспортировки, при высоких плотностях посадки и т.п. [2].

Пробиотические препараты в кормлении молоди рыб наиболее эффективны при становлении кишечной микробиоты. В это время важно, какие микроорганизмы попадут первыми в кишечный тракт и какие свободные ниши они займут [7, 12].

Важными критериями оценки физиологического состояния рыб являются уровень белково-аминокислотного обмена и содержание отдельных свободных аминокислот в различных тканях организма. От данных показателей в раннем онтогенезе рыб будут зависеть уровень белково-аминокислотного обмена, темпы морфо-функционального формирования и степень функционирования важнейших физиолого-биохимических систем организма, а также его устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды [6].

Входящие в состав «Субтилиса» ферменты обладают антагонистической активностью к патогенным микроорганизмам кишечника рыб [8, 11, 13]. Субтилис способствует заживлению раневых повреждений тканей и

активизирует синтез коллагена [4]. Применение пробиотического препарата «Атыш» в животноводстве изучено мало. В настоящее время «Атыш» является перспективным для использования в кормлении сельскохозяйственных животных и рыб. Использование пробиотика может стать альтернативой антибиотикам при заболеваниях рыб, а также для предупреждения заболеваний.

Целью исследований являлось изучение влияния пробиотических препаратов «АТЫШ» и «Субтилис» на аминокислотный состав мышечной ткани молоди карпа.

**Материалы и методика исследования.** Исследования были проведены в условиях аквариумного стенда кафедры «Биотехнология животного сырья и аквакультуры» Оренбургского государственного университета. Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены согласно инструкциям и рекомендациям Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996). Исследования выполнялись при условиях, когда страдания животных сводятся к минимуму.

С целью изучения влияния аминокислотного состава мышечной ткани рыб было проведено исследование методом пар-аналогов. Было сформировано 4 группы (n = 30) молоди карпа, средняя живая масса которых составила 31 г на начало эксперимента.

В подготовительный период (7 дней) все подопытные животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Основной учетный период длился 35 дней. В основной учетный период контрольная группа получала полнорационный комбикорм (ОР). Опытная группа I – ОР с добавлением пробиотического препарата АТЫШ. Опытная группа II – ОР с добавлением пробиотического препарата Субтилис. Опытная группа III – ОР с добавлением пробиотических препаратов АТЫШ и Субтилис (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследования

Группа	Период исследования	
	Подготовительный (7 суток)	Основной учетный (35 суток)
Контроль	ОР (основной рацион)	ОР
Опытная I		ОР + АТЫШ
Опытная II		ОР + Субтилис-Ж
Опытная III		ОР + АТЫШ + Субтилис-Ж

Примечание:

– АТЫШ – пробиотический препарат (*Enterococcus faecium* ( $1 \times 10^9$  КОЕ) и *Lactobacillus acidophilus* ( $1 \times 10^7$  КОЕ)) в дозировке 0,08 г/кг корма;

– Субтилис Ж – пробиотический препарат (*Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*,  $2 \times 10^9$  КОЕ) в дозировке 0,04 мл/кг корма.

Нормы кормления рассчитывалась с учетом температуры воды, веса рыбы и наличия растворения кислорода в воде. Суточная норма кормления составила 5 % от массы тела рыбы. Пробиотические препараты наносились на корм КРК – 110 (основной рацион) путем напыления. Кормление рыб осуществлялось с помощью автоматических кормушек 3 раза в день в соответствии с рекомендациями.

Отбор проб для исследования проводили согласно ГОСТ 31339-2006 [3].

Аминокислотный анализ мышечной ткани проводился в Испытательном центре ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.) по общепринятым методикам.

Основные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Полученные по ходу эксперимента цифровые данные были обработаны методом вариационной статистики.

**Результаты исследований.** Включение в рацион молоди карпа пробиотических препаратов, сопровождается повышением интенсивности роста рыбы начиная с третьей недели эксперимента (рисунок 1). При этом наилучшие показатели были получены на фоне препарата Субтилис - повышение интенсивности роста подопытных карпов до 30 % ( $P < 0,05$ ) по сравнению с контрольной группой.

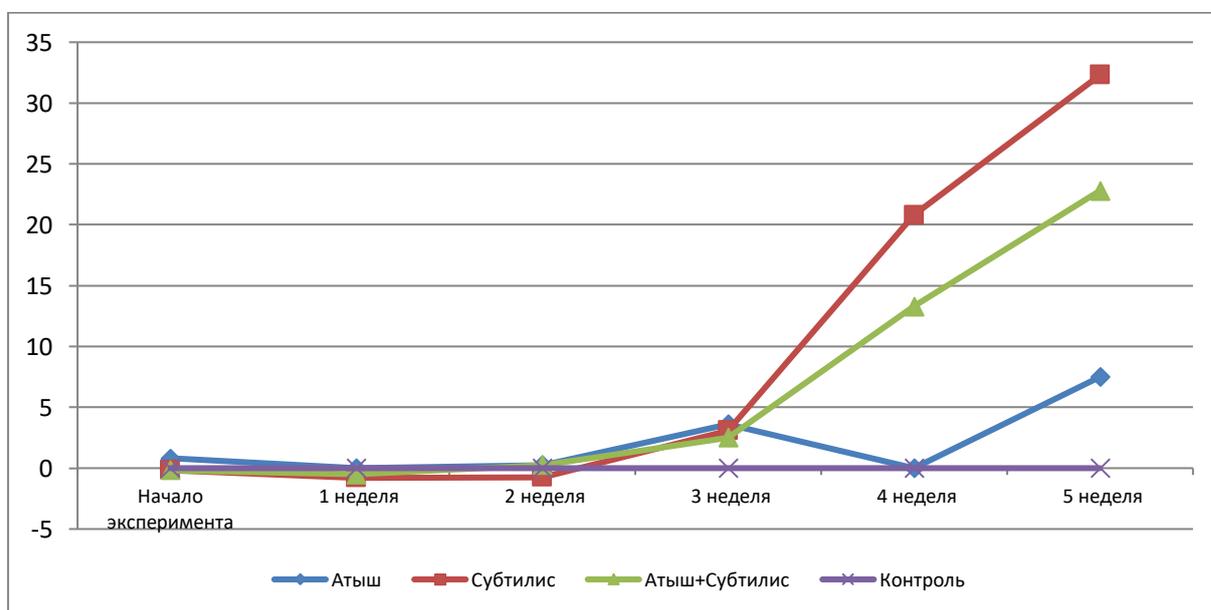


Рисунок 1 – Разница живой массы рыб опытных групп относительно контроля, %

Аминокислоты мышечной ткани имеют важное значение для организма рыб. Незаменимые аминокислоты влияют на усвоение белка. Исключение из пищевого рациона незаменимых кислот приводит к задержке роста и снижению массы тела растущих рыб [5]. Пищевая ценность белков зависит от

аминокислотного состава, при этом незаменимые аминокислоты определяют в полной мере усвоение белка [1].

Аминокислоты являются важнейшими субстратами обмена азотистых веществ в живых организмах. Аминокислоты дают начало белкам, ферментам, гормонам и др. При необходимости аминокислоты могут стать источниками энергии. Также из них могут образовываться углеводы или липиды. Ряд аминокислот и продукты их декарбоксилирования оказывают регулирующее действие на многие физиологические функции организма.

Большинство тканей рыб характеризуются своеобразным аминокислотным составом. Свободные аминокислоты мышечных и печеночных тканей примерно соответствуют друг другу. Недостаток отдельных аминокислот ведет к уменьшению массы тела и патологии организма, что в конечном счете приводит к понижению устойчивости к внешней среде.

В результате исследований установлено (таблица 2), что пробиотический препарат АТЫШ повысил содержание фенилаланина и гистидина в мышечных тканях молоди карпа. Так, аргинин был выше на 4 %, фенилаланин – на 6,42 %, гистидина – на 7,94 % по сравнению с контролем. При этом метионин по сравнению с контролем был ниже на 11,27 %, но при этом достоверных различий установлено не было. Остальные результаты содержания аминокислот в мышечных тканях рыб, при кормлении которых был использован АТЫШ, практически не отличаются от контроля, при этом разница составляет не более 3,2 %. Из результатов следует, что использование АТЫШ в кормлении молоди карпа оказывает наименьшее воздействие на аминокислотный состав мышечной ткани карпа.

Таблица 2 – Аминокислотный состав мышечной ткани рыб, г/100 г белка

Показатель	Группа			
	Контроль	Опытная I	Опытная II	Опытная III
<i>Незаменимые аминокислоты</i>				
Лизин	6,56±0,1	6,77±0,2	6,18±0,2	6,06±0,1*
Фенилаланин	2,96±0,1	3,15±0,15	2,87±0,17	2,81±0,2
Лейцин+изолейцин	9,05±0,25	9,12±0,11	8,22±0,2*	8,17±0,18*
Метионин	2,75±0,13	2,44±0,12	2,25±0,15	2,64±0,16
Валин	3,61±0,18	3,61±0,16	3,28±0,09	3,25±0,2
Треонин	3,34±0,2	3,40±0,13	3,28±0,11	3,04±0,18
<i>Условно-незаменимые аминокислоты</i>				
Гистидин	1,89±0,22	2,04±0,21	2,06±0,23	1,96±0,2
Аргинин	3,0±0,15	3,12±0,15	2,98± 0,18	3,01± 0,16
<i>Заменимые аминокислоты</i>				
Тирозин	2,21±0,18	2,24±0,11	2,22±0,14	2,05±0,13
Пролин	2,61±0,14	2,54±0,13	2,34±0,15	2,34±0,15
Серин	2,27±0,15	2,31±0,2	2,12± 0,16	2,13±0,14
Аланин	5,06±0,2	5,18±0,33	4,57±0,13*	4,66±0,17
Глицин	3,27±0,25	3,25±0,15	2,90±0,13	2,99±0,21

Примечание: \* P<0,05

Введение «Субтилис» в рацион рыб не оказала существенного влияния на аминокислотный состав мышечной ткани рыб. При этом содержание следующих аминокислот в мышечных тканях молоди карпа было ниже контроля: лизина – на 5,79%, валина – на 9,14 %, пролина – на 10,34 %, серина – на 6,61 %, аланина – на 9,68 %, глицина – на 11,31 %, метионина – на 4 %, но достоверных различий не установлено, за исключением лейцина + изолейцина – разница на 9,17 %. В большей степени среди аминокислот уменьшился метионин – на 18,18 % по сравнению с контролем. Метионин в организме карпа используется как источник метильных групп, а также в обменных процессах, также метионин является первой лимитирующей аминокислотой в кормах для карпа [14]. Метильные группы при этом контролируют реакцию организма на стресс, производство энергии из пищи.

Совместное применение АТЬШ и Субтилис показало более отличительные результаты по сравнению с контрольной группой. В среднем все показатели аминокислот в мышечной ткани молоди карпа отличаются от контроля на 6,17 %, кроме аргинина и гистидина (на 0,33 % и 3,7 %, соответственно). При этом наибольшее отклонение от контроля показали такие аминокислоты, как лейцин + изолейцин (9,72 %) и пролин (10,34 %). Таким образом, совместное применение пробиотических препаратов АТЬШ и Субтилис не оказывает влияния на условно-незаменимые аминокислоты.

**Заключение.** Проанализировав экспериментальные данные, можно прийти к выводу, использованные пробиотические препараты не оказывают отрицательного влияния на аминокислотный состав мышечной ткани рыб. А высокая интенсивность роста рыб зафиксирована на фоне препарата «Субтилис» (*Bac. subtilis*, *Bac. licheniformis*).

#### Список литературы:

1. Бобырь, И.В. Пищевая ценность пресноводных рыб Беларуси / И. В. Бобырь // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015 № 1. С. 57-64.
2. Воробьев, А.А. Бактерии нормальной микрофлоры: биологические свойства и защитные функции / А.А. Воробьев, Е.А. Лыкова // Микробиология. 1999. № 6. – С. 102-105.
3. ГОСТ 31339-2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб // Введен 01.07.2008. М.: Стандартинформ. 2009. 11 с.
4. Грозеску, Ю.Н. Биологическая эффективность применения пробиотика субтилис в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Е.А. Шульга // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 1 (2). С. 42-45.
5. Гусева, Ю.А. Аминокислотный состав мышечной ткани карпа, выращенного в естественных и промышленных условиях / Ю. А. Гусева, Р. В. Урсу // Основы и перспективы органических биотехнологий. 2021. С. 10-13.

6. Джабаров, М.И. Аминокислотный состав тканей различных видов рыб в онтогенезе и при изменении экологических условий / М. И. Джабаров. - М.: Изд-во ВНИРО. 2006. 213 с.
7. Ефимова, Л.В. Эффективные микроорганизмы в кормлении крупного рогатого скота и свиней /Л. В. Ефимова, Т. А. Удалова // Красноярский НИИЖ Россельхозакадемии. Красноярск. 2011. 100 с.
8. Кулаков, Г. В. Субтилис – натуральный концентрированный пробиотик / Г. В. Кулаков - М.: Визави, 2003. 48 с.
9. Мирошникова, Е.П. Оценка эффективности применения наночастиц железа и биодобавок в кормлении карпа / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова // Аграрный научный журнал. 2018. № 9. С. 34-36.
10. Мирошникова, Е.П. Воздействие экстракта из коры дуба (*Quercus cortex*) на рост и развитие карпа / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова, Г.К. Дускаев, М.С. Мирошникова// Аграрный научный журнал. 2019. № 11. С. 69-72.
11. Похиленко, В.Д. Пробиотики на основе спорообразующих бактерий и их безопасность / В.Д. Похиленко, В.В. Перельгин // Химическая и биологическая безопасность. 2007. №2-3 (32-33). – С. 20- 41.
12. Тараканов, Б.В. Механизм действия пробиотиков на микрофлору пищеварительного тракта и организм животного [Текст] / Б. В. Тараканов // Ветеринария, 2000. № 1. С. 47–54.
13. Ушакова, Н. А. Новое поколение пробиотических препаратов кормового назначения / Н. А. Ушакова // Фундаментальные исследования. 2012. № 1. С. 184–192.
14. Японцев, А. Оптимизация уровня синтетических аминокислот в кормах для карпа / А. Японцев, А. Лемме, К. Коблер // Комбикорма. 2014 № 1. С. 65-66.

**ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОТОЛИТОВ ДЛЯ  
ВЫЯВЛЕНИЯ ОСОБЕЙ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA*  
ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**П.Б. МИХЕЕВ<sup>1,2</sup>, М.А. БАКЛАНОВ<sup>1</sup> Д.В. КОЦЮК<sup>2</sup>,  
Е.В. ПОДРОЖНЮК<sup>2</sup>, В.Н. КОШЕЛЕВ<sup>2</sup>, Т.А. ШЕЙНА<sup>1</sup>, А.Ю. ПУЗИК<sup>1</sup>**

P.B. Mikheev, M.A. Baklanov, D.V. Kotsyuk, E.V. Podorozhnyuk, V.N. Koshelev,  
T.A. Sheina, A.Yu. Puzik

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный  
исследовательский университет» (ПГНИУ), Пермь, Россия  
<sup>2</sup>Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»),  
Хабаровск, Россия

<sup>1</sup>Perm State National Research University, Perm, Russia

<sup>2</sup> Khabarovsk Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of  
Fisheries and Oceanography, Khabarovsk, Russia

**Аннотация.** Установлено, что молодь амурской осенней кеты искусственного происхождения характеризуется большими значениями соотношения  $^{88}\text{Sr}/^{43}\text{Ca}$  краевой зоны отолитов по сравнению с молодью естественного происхождения. Этот маркер позволяет выделять особей искусственного происхождения в смешанной выборке производителей кеты.

**Ключевые слова:** микрохимия отолитов, LA ICP-MS, кета, рыбзаводы.

**Abstract.** We found that the juveniles of the Amur fall chum of artificial origin is characterized by higher values of  $^{88}\text{Sr}/^{43}\text{Ca}$  ratio at the marginal zone of otoliths in comparison to juveniles of natural origin. This marker allows to distinguish individuals of artificial origin in a mixed sample of chum salmon spawners.

**Key words:** otolith microchemistry, LA ICP-MS, chum salmon, hatcheries.

Искусственное воспроизводство важных промысловых видов рыб, с последующим выпуском молоди для естественного нагула, является эффективной мерой для поддержания их запасов [5]. Одним из примеров подобных практик является искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* [1, 4, 12]. На протяжении последних 10 лет (2010-2019 гг.), в северной Пацифике ежегодно выпускается порядка 5 млрд особей молоди различных представителей этого рода [8].

Важной задачей ихтиологической науки является поиск маркеров, позволяющих дифференцировать в облавливаемых группах рыб особей искусственного («заводского») и естественного происхождения. Целью данной работы являлся анализ возможности применения микрохимического анализа

отолитов для выявления химических маркеров, специфичных для молоди осенней кеты, выпускаемой с рыбоводных предприятий Приамурья, с последующей их идентификацией у производителей.

Материалы для анализа были собраны в 2018-2020 гг. сотрудниками Хабаровского филиала ФГБНУ «ВНИРО». Анализировались следующие группы рыб:

1. Молодь кеты естественного происхождения, собранная в период ее покатной миграции на рр. Гур (2019 г., 28 экз.) и Анюй (2018-2020 гг., 192 экз.).
2. Молодь кеты искусственного происхождения, взятая перед ее выпуском на следующих лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ): Биджанском (2018, 2019 гг., 62 экз.), Гурском (2019 г., 30 экз.), Удинском (2018, 2020 гг., 62 экз.) и Анюйском (2019, 2020 гг., 60 экз.).
3. Производители осенней кеты, собранные на Анюйском ЛРЗ (2019 г., 240 экз.) и из промысловых уловов в русле р. Амур (2019 г., 195 экз.).

Молодь фиксировалась целиком в спирте, у производителей извлекались отолиты, высушивались и помещались в чешуйные книжки. Экстракция отолитов из молоди, а также шлифовка и полировка всех отолитов осуществлялись на кафедре зоологии позвоночных и экологии ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ). После полировки отолит переносился на индивидуальную ячейку аналитической матрицы, представляющей из себя петрографический слайд размером 26 x 46 мм.

Отолиты, перенесенные на аналитическую матрицу, использовали для проведения микрохимического анализа, который проводили на базе центра коллективного пользования научным оборудованием ПГНИУ методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) с использованием установки лазерной абляции LSX-213 G2 и квадрупольного масс-спектрометра Bruker Aurora M90 - Quadrupole ICP-MS.

Анализировали концентрацию изотопов стронция  $^{88}\text{Sr}$  и кальция  $^{43}\text{Ca}$  после калибровки масс-спектрометра с использованием стандартов FEBS-1 и NIST 612 [11]. Измерения содержания анализируемых изотопов в отолитах молоди проводили в краевой зоне отолита на расстоянии от 152 до 229 мкм (в среднем  $188,4 \pm 1,95$  мкм) от зоны примордиумов. Анализ химического состава мальковой зоны шлифов отолитов взрослых рыб проводили на расстоянии 159-205 мкм (в среднем  $183,2 \pm 1,13$  мкм) от примордиумов. Точечная лазерная абляция проводилась при следующих настройках лазера: диаметр луча 25 мкм, частота 10 Hz, количество импульсов 200, уровень энергии 60%. Общее время абляции одной пробы составляло 20 секунд, при этом анализ состава вещества проводился начиная с 4 секунды. Задержка абляции была использована для исключения возможного эффекта химического состава примесей на поверхности образца на результаты анализа вещества отолита. Абляция происходила в атмосфере аргон-гелиевой смеси. Перед анализом каждого отолита выдерживалась пауза продолжительностью не менее 60 секунд для

очистки анализатора от состава предыдущего образца. Для оценки инструментального дрейфа стандарты подвергались абляции после анализа каждые 10 образцов.

Полученные абсолютные значения концентрации изотопа  $^{88}\text{Sr}$  (ppm) были стандартизированы относительно концентрации изотопа  $^{43}\text{Ca}$  (%) и представлены как соотношение молярных масс. Сравнение выборок проводили с использованием дисперсионного анализа (ANOVA). Данные проверяли на нормальность и, при необходимости, приводили к нормальности путем лог-преобразования. Парное множественное сравнение групп после дисперсионного анализа проводили при помощи критерия Тьюки (Tukey HSD test). В работе использовали стандартный уровень значимости  $p=0,05$ . Вычисления проводили в пакете программ R версия 3.4.3 [10].

Рабочей гипотезой исследования явилось отличие химического состава краевой зоны отолитов «заводской» молоди от таковой мальков естественного происхождения по величине концентрации изотопа стронция  $^{88}\text{Sr}$ . Гипотеза основана на влиянии химического состава корма на химический состав отолитов рыб [2, 3], и том, что в условиях аквакультуры молодь кеты подрастает с применением кормов, протеиновая основа которых состоит из сырья морского происхождения богатого стронцием [7], что позволяет использовать этот элемент как маркер для молоди рыбоводного происхождения [9]. Анализ содержания стронция в пределах мальковой зоны шлифа отолита взрослой кеты позволит установить происхождение особи.

Проведенный анализ показал, что молодь осенней кеты искусственного происхождения характеризовалась большими значениями соотношения  $^{88}\text{Sr}/^{43}\text{Ca}$  краевой зоны отолитов по сравнению с молодью естественного происхождения в большинстве пар сравнения. Дисперсионный анализ продемонстрировал высокий уровень статистической значимости различий проанализированных выборок молоди (ANOVA,  $F_{14,403} = 114$ ,  $p = < .001$ ). Молодь естественного происхождения характеризовалась достоверно меньшими значениями исследованного показателя по сравнению с молодью, собранной на рыбзаводах кроме выборки из Биджанского ЛРЗ 2018 года. Выборки молоди кеты естественного происхождения не имели достоверных статистических отличий между собой.

Более низкие значения содержания стронция в отолитах молоди кеты из Биджанского ЛРЗ, по сравнению с молодью из других рыбзаводов, скорее всего, связаны с частичным подрастанием молоди на естественных кормах в выростном водоеме Федоткин Ключ.

Половозрелые особи осенней кеты, собранные на Анюйском рыбзаводе, в большинстве случаев достоверно отличались от рыб в уловах из устья и русла Амура по величине изотопного соотношения  $^{88}\text{Sr}/^{43}\text{Ca}$  мальковой зоны отолитов. Дисперсионный анализ продемонстрировал высокий уровень статистической значимости различий проанализированных выборок (ANOVA,  $F_{9,350} = 180$ ,  $p = < .001$ ). Исключение составляла лишь выборка кеты, собранная в устье р. Амур возле пос. Оремиф в конце августа 2019 года. Она

характеризовалась большими значениями соотношения  $^{88}\text{Sr}/^{43}\text{Ca}$  по сравнению с рыбами, отловленными в русле р. Амур во второй половине сентября. Это может быть связано с преобладанием особей «заводского» происхождения вначале нерестового хода. Аналогичные результаты были получены для кеты залива Принца Уильяма (штат Аляска, США) – ее уловы на усилии для особей искусственного происхождения были наибольшими в начале хода, постепенно снижаясь в дальнейшем [6]. Наоборот, в конце хода в уловах присутствовали только особи естественного происхождения.

Таким образом, проведенный микрохимический анализ отолитов амурской осенней кеты показал возможность выделения особей искусственного происхождения в смешанной выборке по величине изотопного соотношения  $^{88}\text{Sr}/^{43}\text{Ca}$  в мальковой зоне отолитов. Для подтверждения временной и пространственной стабильности используемого маркера требуется продолжение ежегодного сбора материала молоди как на ключевых нерестовых притоках Амура, так и на рыбоводных заводах.

### Список литературы:

1. Смирнов, А. И. Пути интенсификации воспроизводства тихоокеанских лососей / А. И. Смирнов // Труды Всесоюз. НИИ морск. рыб. хоз-ва и океанографии. 1975. Т. 106. С. 130–140.
2. Buckel, J. A. Effect of diet on otolith composition in *Pomatomus saltatrix*, an estuarine piscivore / J.A. Buckel, B.L. Sharack, V.S. Zdanowicz // J Fish Biol. 2004. 64:1469–1484.
3. Doubleday, Z. A. Relative contribution of water and diet to otolith chemistry in freshwater fish / Z. A. Doubleday, C. Izzo, S. H. Woodcock, B. M. Gillanders // Aquatic Biology. 2013. 18:271–280.
4. Hiroi, O. Historical trends of salmon fisheries and stock conditions in Japan / O. Hiroi // North Pacific Anadromous Fish Commission Bulletin. 1998. 1:23-27.
5. Ingram, B.A. General aspects of stock enhancement in fisheries developments / B. A. Ingram, S. S. De Silva // Perspectives on culture-based fisheries developments in Asia. Bangkok, Thailand, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific. 2015. pp. 27–37.
6. Knudsen, E.E. Hatchery-Origin Stray Rates and Total Run Characteristics for Pink Salmon and Chum Salmon Returning to Prince William Sound, Alaska, in 2013–2015 / E. E. Knudsen, P. S. Rand, K. B. Gorman, D. R. Bernard, W. D. Templin, // Mar Coast Fish. 2021. 13: 58-85. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10134>.
7. Lahtinen, M., Source of strontium in archaeological mobility studies – marine diet contribution to the isotopic composition / M. Lahtinen, L. Arppe, G. Nowell // Archaeol Anthropol Sci. 2021. 13:1. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01240-w>.
8. NPAFC (The North Pacific Anadromous Fish Commission). NPAFC Statistics: Pacific Salmonid Catch and Hatchery Release Data. 2019. Accessed from <https://npafc.org/statistics/> on November 11, 2020.

9. Otoliths offer insight into fish history. 2020. Accessed from <https://www.hatcheryinternational.com/otoliths-offer-insight-into-fish-history/> / on 13 Nov 2020.

10. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017. URL <http://www.R-project.org>.

11. Sturgeon, R. E. Certification of a fish otolith reference material in support of quality assurance for trace element analysis / R. E. Sturgeon, S. N. Willie, L. Yang, R. Greenberg, R. O. Spatz, Z. Chen, et al. // *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2005. 20(10), 1067. <https://doi.org/10.1039/b503655k>.

Waples, R. S. Empirical results of salmon supplementation in the Northeast Pacific: a preliminary assessment / R. S. Waples, M. J. Ford, D. Schmitt // *Ecological and genetic implications of aquaculture activities*. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 2007. P. 383–403.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСТАНОВКЕ ЗАМКНУТОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ

**К.И. НЕХОРОШКИНА, О.А. ГУРКИНА, О.Н. РУДНЕВА, Е.А.  
АНФИНОГЕНОВА**

*K.I. Nekhoroshkina, O. A. Gurkina, O. N. Rudneva, E.A. Anfinogenova*

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.  
Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье приводятся данные по выращиванию азово-черноморского осетра и стерляди в УЗВ.

**Ключевые слова:** аквакультура, осетровые, установка замкнутого водоснабжения, динамика роста массы, затраты кормов, рентабельность.

**Abstract.** The article presents data on the cultivation of Siberian sturgeon of the Lena population in cages.

**Keywords:** aquaculture, cage fish farming, weight dynamics, feed costs, profitability.

В течение последних пятнадцати лет естественное воспроизводство ценных видов азовских и каспийских рыб балансирует на грани полного исчезновения, происходит деградация ихтиофауны, свертывание промышленного рыболовства, идет снижение искусственного воспроизводства.

Согласно данным официальной статистики, в 30-50 е годы прошлого века уловы в бассейне Азовского моря достигали 150-300 тыс. т, в 2000-2004 г. уловы снизились до 30-40 тыс. т. Современное состояние запасов осетровых рыб вызывает крайнюю озабоченность. Заводское воспроизводство осетровых не способно компенсировать объемы и темпы их изъятия [1].

Весьма значительную роль в производстве многих видов рыб, в том числе таких ценных как лососевые, сиговые, осетровые, играет индустриальная аквакультура, основанная на интенсивном выращивании по передовым технологиям [2-8].

В настоящее время продукция мировой аквакультуры по своим объемам уже догоняет вылов гидробионтов в естественных водоемах. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), на период 2003-2005 г. мировая продукция аквакультуры составляла около 56 млн., что равно 1/3 вылова гидробионтов. ФАО предполагает, что к 2022 году объем аквакультуры будет равен общему мировому вылову [10].

Устойчивый рыночный спрос на мясо осетровых рыб различной технологической обработки на фоне обвального падения их уловов в естественных водоемах обуславливает высокую актуальность организации их товарного выращивания в индустриальных системах различного типа.

Организация осетровых рыбоводных ферм путем создания современных модульных систем замкнутого цикла позволяет контролировать все производственные процессы, автоматизировать кормление и условия содержания рыбы, а также способствует сокращению сроков получения товарной продукции [9].

**Целью наших исследований** явилось изучение технологии выращивания азово-черноморского осетра и стерляди в установке замкнутого водоснабжения.

**Материалы и методы исследований.** В 2020 году на базе ООО «Акваресурс» г. Энгельс, нами проводились исследования по выращиванию азово-черноморского осетра и стерляди в УЗВ. Материалом для исследований послужила молодь одинаковой осетровых рыб.

Суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания в воде растворенного кислорода и массы рыбы. Температуру воды, рН, содержание растворенного кислорода определяли ежедневно в 12:00 ч. Эффективность выращивания осетровых рыб в конце опытов определяли по рыбоводно-биологическим показателям.

#### **Результаты исследований.**

Качество водной среды определяется качеством исходной воды, технологией выращивания рыбы и эффективностью работы блока очистки. При выращивании рыбы протекают естественные процессы накопления продуктов биологической очистки, которые в известных пределах не оказывают негативного влияния на рост и развитие выращиваемых объектов. Эти пределы определяют технологическую норму качества воды. Значения основных показателей качества воды в УЗВ приведены в таблице 1.

Таблица 1- Основные показатели, определяющие качество воды в УЗВ и их нормы

Наименование показателей	Фактические	Нормативные значения
Запах, вкус	не имеет	не имеет
Цветность, нм (градусы)	290	менее 540 (не менее 30)
Прозрачность, м	0,9	не менее 1,5
Взвешенные вещества, г/м <sup>3</sup>	4,8	до 10,0
Водородный показатель, рН	7,4	7,0-8,0
Диоксид углерода растворенный, моль/м <sup>3</sup> (г/м <sup>3</sup> )	0,9 * 10 <sup>-1</sup> (10)	2,3 * 10 <sup>-1</sup> (10)
Сероводород растворенный, моль/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	отсутствует	отсутствует
Аммиак растворенный, моль/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	1,1 * 10 <sup>-3</sup>	2,9 * 10 <sup>-3</sup> (0,05)
Окисляемость перманганатная гО/м <sup>3</sup>	6,7	до 10,0
Окисляемость бихроматная гО/м <sup>3</sup>	21,2	до 30,0

Биологическое потребление кислорода БПК <sub>5</sub> гО/м <sup>3</sup>	1,7	до 2,5
Биологическое потребление кислорода БПК <sub>(полн)</sub> гО/м <sup>3</sup>	2,2	до 3,0
Аммоний-ион, моль/м <sup>3</sup> (гN/м <sup>3</sup> )	1,6*10 <sup>-2</sup> (0,5)	до 2,8*10 <sup>-2</sup> (0,5)
Нитрит-ион, моль/м <sup>3</sup> (гN/м <sup>3</sup> )	2,1*10 <sup>-4</sup> (0,02)	до 4,3*10 <sup>-4</sup> (0,02)
Нитрат-ион, моль/м <sup>3</sup> (гN/м <sup>3</sup> )	0,7*10 <sup>-2</sup> (1,0)	до 1,6*10 <sup>-2</sup> (1,0)
Фосфат-ион, моль/м <sup>3</sup> (гP/м <sup>3</sup> )	1,7*10 <sup>-3</sup> (0,3)	до 3,2*10 <sup>-3</sup> (0,3)
Железо общее, моль/м <sup>3</sup> (г/м <sup>3</sup> )	0,5*10 <sup>-3</sup> (0,1)	не более 1,4*10 <sup>-3</sup> (0,1)
Общая численность микроорганизмов, млн. кл./мл	0,3	до 1,0
Численность сапрофитов, тыс. кл./мл	1,2	До 3,0

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что все основные показатели, определяющие качество воды, при проведении эксперимента не превышали норм.

В период опыта кормление осетров и стерляди производилось 4 раза в светлое время суток, через равные промежутки времени полнорационным комбикормом Коппенс с размером гранул 3-4 мм. Для этого использовался специализированный гранулированный комбикорм, произведенный методом экструзии и состоящий из рыбной муки (57,5 %), соевого шрота (20,0 %), пшеницы (1,5 %), рыбьего жира (20,0 %) и премикса (1,0 %). Химический состав и питательность комбикорма представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и питательность комбикорма, %

Показатели	Содержание
Обменная энергия, ккал	4783
Обменная энергия, МДж	20,03
Сухое вещество	90,8
Сырой протеин	47,0
Сырой жир	15,0
Сырая клетчатка	1,1
Безазотистые экстрактивные вещества	21,4
Кальций	3,2
Фосфор	1,6

Затраты корма на выращивание осетров и стерляди представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Затраты корма, г

Период опыта, недели	Вид рыбы	
	Осетр азово-черноморский	Стерлядь
1	237,3	245,1
2	246,4	257,4
3	248,8	269,8
4	258,7	289,1
5	274,2	313,5
6	287,4	321,9
7	298,0	340,6

8	330,6	363,8
Итого	2181,4	2401,2

В период опыта было скормлено 4,6 кг комбикорма: в группе с азово-черноморским осетром 2,18 кг, а в группе со стерлядью 2,4 кг. Таким образом данные таблицы 3 демонстрируют, что затраты корма в период проведения эксперимента, возрастали в связи с увеличением массы особей.

Динамика массы азово-черноморского осетра и стерляди отражена в таблице 3.

Результаты опыта по выращиванию азово-черноморского осетра и стерляди в УЗВ показывают, что рыбы с примерно одинаковой начальной живой массой 280,6-289,3 г (таблица 10) за период выращивания достигли живой массы осетр-390,2 г, стерлядь 429,6 г.

Таблица 4 - Динамика массы азово-черноморского осетра и стерляди

Период опыта, неделя	Вид рыбы	
	Осетр азово-черноморский	Стерлядь
Начало опыта	280,6	289,3
2	288,4	303,8
3	293,6	317,8
4	305,3	341,4
5	323,7	370,3
6	339,5	380,2
7	351,8	402
8	390,2	429,6
Прирост, г	109,6	140,3

Рыбоводно-биологические показатели выращивания осетровых представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Рыбоводно-биологические показатели выращивания азово-черноморского осетра и стерляди

Показатели	Вид рыбы	
	Осетр азово-черноморский	Стерлядь
Выживаемость, %	100	100
Масса начальная, г	280,6	289,3
Масса конечная, г	390,2	429,6
Абсолютный прирост, г	109,6	140,3
% к контролю	100	128,0
Среднесуточный прирост, г	1,64	2,09
Продолжительность эксперимента, сут.	67	67

Результаты убоя азово-черноморского осетра и стерляди отражены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты убоя азово-черноморского осетра и стерляди

Показатель	Вид рыбы	
	Азово-черноморский осетр	Стерлядь
Масса до убоя, г	390,2	429,6
Биологическая длина, см	49,4	50,2
Длина головы, см	10,3	10,5
Длина тушки, см	27,5	27
Длина хвостового стебля, см	11,4	11,3
Длина хвостового плавника, см	11,4	11
Масса головы и плавников, г	126	126,8
Масса кожи, г	39,5	41,4
Масса хрящевой ткани, г	36	37
Масса мышечной ткани, г	204,6	240,3
Масса жабр, слизи, крови, полостной жидкости и др.внутренних органов, г	20,1	21,1

В опыте особи азово-черноморского осетра и стерляди, при выращивании в УЗВ с использованием гранулированных комбикормов, достигли массы 390,2 – 429,6 г, но для убоя из подопытных групп были выбраны особи с массой около 400 г (таблица 6).

Экономическая эффективность выращивания в УЗВ азово-черноморского осетра и стерляди приводятся в таблице 7.

Таблица 7 – Экономическая эффективность выращивания в УЗВ азово-черноморского осетра и стерляди

Показатели	Вид рыбы	
	Осетр азово-черноморский	Стерлядь
Масса одной особи в начале, г	280,60	289,30
Масса одной особи в конце, г	390,20	429,60
Кол-во в начале, шт.	11	11
Кол-во в конце, шт.	11	11
Биомасса в начале, кг	3,09	3,18
Биомасса в конце, кг	4,29	4,73
Прирост одной особи, г	109,60	140,30
Прирост общий, кг	1,21	1,54
Кормовой коэффициент	1,20	1,20
Затраты корма общие, кг	1,45	1,85
Стоимость 1 кг корма, руб.	160	160
Затраты корма общие, руб.	231,48	296,31
Стоимость 1 кг малька, руб.	1200	1200
Рыбопосадочный материал, руб.	3703,92	3818,76
Затраты, руб.	3977,70	4163,07
Стоимость 1 кг рыбы, руб.	1200	1200
Реализация, руб.	5150,64	5670,72
Прибыль, руб.	1172,94	1507,65
Рентабельность, %	29,49	36,21

Расчет экономической эффективности выращивания азово-черноморского осетра и стерляди в УЗВ, представленный в таблице 6, демонстрирует, что наибольший экономический эффект можно получить выращивании стерляди с достижением уровня рентабельности производства 36,21% (таблица 7).

Таким образом по результатам проведенного эксперимента пришли к выводу, что выращивание в УЗВ стерляди оказалось экономически эффективнее, нежели выращивание азово-черноморского осетра. По всем исследованным рыбоводно-биологическим показателям стерлядь явилась более перспективным объектом разведения.

### Список литературы:

11. Богерук А.К. Аквакультура России. История и современность // Ж. Рыбное хозяйство, 2005. — №4— С.14-18

12. Гуркина О.А. Биотехника выращивания стерляди в условиях установки с рециркуляцией воды /Гуркина О.А., Влащенко К.А., Ветров А.А. //Основы и перспективы органических биотехнологий. 2019. № 1. С. 13-15.

13. Гуркина О.А. Выращивание ленского осётра до массы 1 кг в условиях установки замкнутого водоснабжения/ Гуркина О.А., Грищенко П.А., Пономарева Е.В. // Современные способы повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. Международная научно-практическая конференция, посвящённая 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, Почётного работника ВПО РФ, профессора кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» СГАУ им. Н.И. Вавилова Коробова Александра Петровича. 2015. С. 25-28.

14. Гуркина О.А. Выращивание ленского осетра в промышленных условиях/Гуркина О.А., Кияшко В.В. // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». 2016. С. 112-115.

15. Гусева Ю.А. Лабораторная установка для научных исследований по кормлению и выращиванию рыбы/ А.А. Васильев, А.А. Волков, Ю.А. Гусева, А.П. Коробов, Г.А. Хандожко. Патент на полезную модель RUS 95972 15.03.2010

16. Гусева Ю.А. Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб /Гусева Ю.А., Максимова О.С.// Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза. Материалы I Международной научно-практической конференции. 2015. С. 199-201.

17. Поддубная И.В. Исследование гидрохимических параметров водной среды УЗВ при создании оптимальных условий для выращивания маточного поголовья осетровых рыб/ Поддубная И.В., Гуркина О.А., Лексаков Р.С., Соколова В.В. // Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины, зоотехнии и аквакультуры. материалы международной научно-

практической конференции, посвящённой 85-летию Заслуженного деятеля науки РФ, Почётного работника ВПО РФ, доктора ветеринарных наук, профессора, Почётного профессора Саратовского ГАУ, профессора кафедры «Морфология, патология животных и биология» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ Дёмкина Григория Прокофьевича. 2016. С. 289-292.

18. Пономарев С.В. Фермерская аквакультура / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина, И.Ю. Киреева / Рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 192 с.

19. Хандожко Г.А. Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения/ А.А. Васильев, Г.А. Хандожко, Ю.А. Гусева. Саратов, 2011. Издательство Саратовского государственного аграрного университета. 11 с.

20. [Электронный ресурс] URL:  
<http://www.kaicc.ru/otrasli/rybovodstvo/perspektivy-sozdaniya-industrialnyh-rybovodnyh-kompleksov-dlja-osetrovyh-ryb/>(Дата обращения 23.05.2021).

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ПРОЕКТА ПЛАТНОЙ РЫБАЛКИ (НА ПРИМЕРЕ УНПК «АГРОЦЕНТР»  
ФГБОУ ВО СГАУ ИМ. Н.И. ВАВИЛОВА)**

**М.Ю. РУДНЕВ, О.Н. РУДНЕВА, А.А. ВАСИЛЬЕВ**

*M.Yu. Rudnev, O.N. Rudneva, A.A. Vasiliev*

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.  
Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье приведена ресурсная база, внутренних водоемов Российской Федерации. Рассмотрена актуальность платной рыбалки в России. Рассмотрены преимущества платной рыбалки на территории УНПК «Агроцентр». Рассчитан бизнес-проект организации платной рыбалки на территории предприятия. Представлены показатели экономической эффективности оказываемой услуги.

**Ключевые слова:** пруд; рыба; бизнес-проект; платная рыбалка; экономическая эффективность.

**Abstract.** The article presents the resource base of the internal reservoirs of the Russian Federation. The relevance of paid fishing in Russia is considered. The advantages of paid fishing on the territory of the UNPC "Agrocenter" are considered. The business project of the organization of paid fishing on the territory of the enterprise is calculated. The indicators of the economic efficiency of the provided service are presented.

**Key words:** pond; fish; business project; paid fishing; economic efficiency.

Организация платной рыбалки является перспективным направлением для развития бизнеса и сохранения экологии водоемов.

Платная рыбалка достаточно востребованная и популярная услуга, предоставляемая большим количеством рыболовных клубов, баз отдыха и частных предпринимателей, поскольку позволяет ловить крупную рыбу без особых усилий в любое время года, не тратя время на поиск рыбных мест. Организации оказывающие услуги платной рыбалки предлагают все больше разнообразных дополнительных и сопутствующих услуг, позволяющих проводить время посвященное любимому увлечению более полноценно и насыщенно [3].

Ресурсная база, внутренних водоемов Российской Федерации, представляет собой около 2 млн. пресных и соленых озер полезной площадью 22 млн. га, более 4,3 млн. га водохранилищ, свыше 140 тыс. га прудов. В озерах

вылавливается 29 % рыбы, в водохранилищах – 16 %, однако большое количество потенциальных водоемов не используется [1].

В настоящее время ловля рыбы во внутренних водоемах занимает 10 % от общего объема товарной рыбы, и составляет более 115 тыс. тонн., т.е. ресурсная база для разведения рыбы очень велика [2]. Вместе с тем берега многих водоемов замусорены, из-за плохой экологии численность рыбы существенно снизилась, поэтому всё большее количество людей отдают предпочтение частным прудам и базам отдыха для рыбалки и спокойного отдыха, при этом предпочитая комфорт: чистые берега, скошенную траву, беседки, мангалы, достаточное количество рыбы и т.д. [5].

Актуальность платной рыбалки обусловлена следующим:

1. Растущим спросом на водоемы для рыбной ловли, так как пока их недостаточно, для удовлетворения потребностей всех рыбаков, особенно в густонаселенных районах РФ.

2. Открытием новых рыболовных клубов пропагандирующих своей деятельностью интерес к рыбалке среди населения, что в свою очередь благоприятно отражается на рыболовецком бизнесе.

3. Развитием туризма, поскольку все больше соотечественников отдает предпочтение активному отдыху на природе.

4. Неблагоприятной экологической ситуацией, связанной с загрязнением внутренних водоемов и незаконным выловом рыбы браконьерами.

5. Низкой конкурентностью из-за отсутствия вблизи городов обустроенных водоемов [4].

К преимуществам открытия платной рыбалки на территории УНПК «Агроцентр» относят: наличие водоемов с дополнительным источником пресной воды для заполнения пруда по мере необходимости свежей водой; неприхотливость большинства пород рыб и их быстрое размножение; доступность расположения в черте города Саратова; оборудованный мостками пруд для рыбалки; возможность получения дополнительного дохода от реализации рыбы, аренды беседок, лодок и рыболовецкого оснащения; возможность расширения предприятия за счет организации цехов для разведения малька и переработки рыбной продукции; растущий спрос на услугу [6].

Предлагается бизнес-проект организации платной рыбалки на территории УНПК «Агроцентр».

По проекту планируются периодические закупки товарного карпа навеской 1 кг рыбы 1-2 раза в месяц в количестве 2 т по цене 140 руб./кг. В связи с тем, что рыба в пруду будет находиться не более 2-3 недель кормление рыбы не предусматривается. К тому же такую рыбу легче удить и интерес к азартной рыбалке возрастет.

Согласно проекту на пруду будут оборудованы 10 мостков, соответственно одновременно могут рыбачить 10 человек. Загруженность пруда рыбаками в течение суток представлена на рисунке 1. Максимальное

количество рыбаков планируется в вечернее время, а минимальное в обеденное. В среднем суточная численность рыбаков составит – 17 человек.

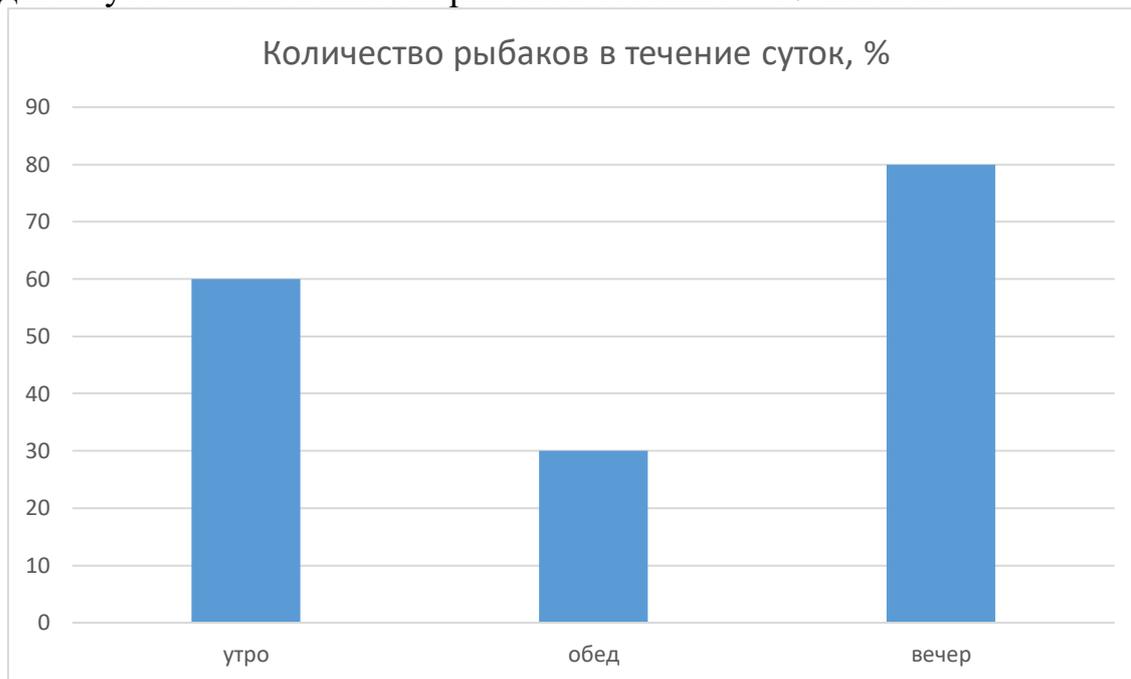


Рис. 1. Загруженность пруда рыбаками в течение суток, %

На рисунке 2 приведена загруженность пруда рыбаками в течение недели. Каждую неделю по понедельникам предполагаются санитарные дни, для чистки и зарыбления водоема, поэтому ловля рыбы в этот день будет запрещена. В течение недели со вторника по четверг планируется 50 % загрузка мостков для ловли рыбы, так как в рабочие дни у людей меньше возможности выехать на рыбалку. С пятницы по воскресенье предполагается 100% загрузка мостков. Таким образом, недельная загруженность водоема – 75 %.

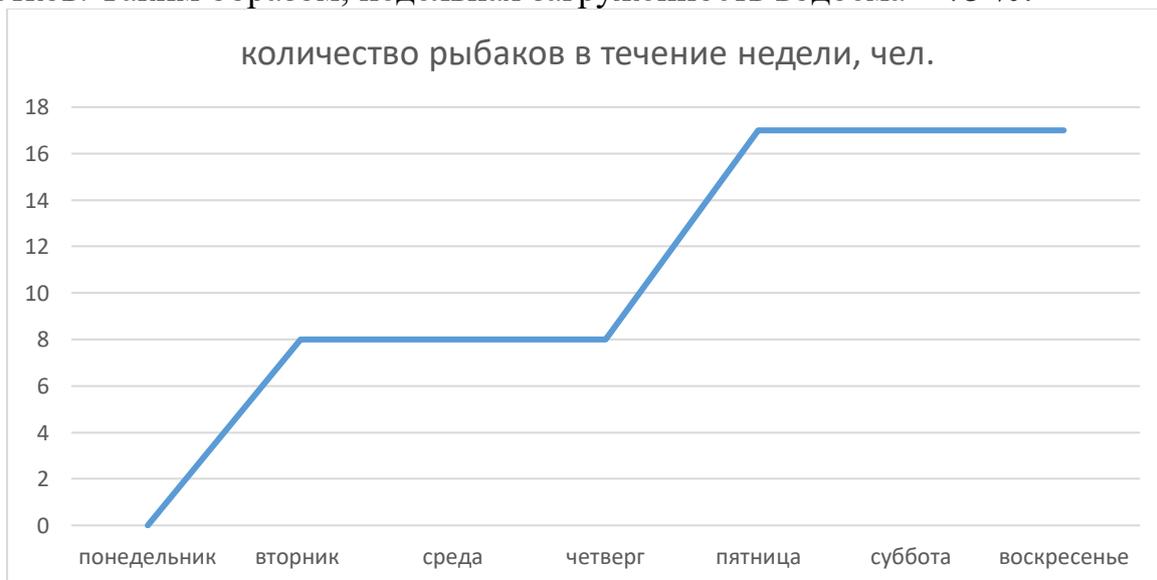


Рис. 2. Загруженность пруда рыбаками в течение недели, чел.

Стоимость услуги платной рыбалки за 5 часов на 1 рыбака составит 300 руб., для детей и женщин – бесплатно. Предполагаемая выручка от услуги составит 900 тыс. руб. в год.

После вылова рыбы ее необходимо взвесить, стоимость 1 кг живого веса 150 руб. В течение месяца планируется реализовать 2 тонны рыбы, соответственно за год стоимость реализованной продукции составит 3 млн. руб. Таким образом будет сформирован общий доход по платной рыбалке на сумму 3 млн. 900 тыс. руб.

Из таблицы 1 видно, что чистая прибыль от реализации проекта составит 545 тыс. руб., с рентабельностью продукции – 17,5 % и сроком окупаемости 0,3 года.

Таблица 1 – Показатели эффективности платной рыбалки, тыс. руб.

Показатель	Сумма в год
Капитальные затраты	165,4
Выручка	3900
в том числе услуга платной рыбалки	900
реализация выловленной рыбы	3000
Полная себестоимость	3319,75
в том числе затраты на рыбопосадочный материал	2800
электроэнергия	10,8
заработная плата (с учетом отчислений)	508,95
Валовая прибыль	580,25
Чистая прибыль	545,43
Рентабельность продукции, %	17,5
Срок окупаемости, лет	0,3

Представленные показатели рассчитаны по реалистичному варианту бизнес-проекта, однако при реализации рекламных мероприятий и повышения уровня услуг посещаемость пруда рыбаками повысится, следовательно, объем выловленной рыбы увеличится. В связи с чем, эффективность данного проекта в перспективе повысится.

Таким образом, бизнес-проект организации платной рыбалки позволит эффективнее оказывать услугу любителям рыбалки в черте города по доступной цене, поддержать фермеров, занимающихся выращиванием прудовой рыбы, повысить доходы УНПК «Агроцентр» Саратовского ГАУ.

#### Список литературы

1. Васильев А.А., Руднева О.Н., Руднев М.Ю. Управление проектами в аквакультуре // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки "Водные биоресурсы и аквакультура", "Промышленное рыболовство" / Саратов, 2018.

2. Васильев А.А., Руднев М.Ю., Руднева О.Н. Эффективность выращивания радужной форели в установке замкнутого водоснабжения при

использовании государственной поддержки (на примере Саратовской области)  
// Рыбное хозяйство. 2020. №3. стр. 117-120.

3. Галицкий В.В., Торопчина Ю.Н., Корокина П.В. Исследование потребителей услуг платной рыбалки средней ценовой категории в Московской области // Отходы и ресурсы. 2014. Т. 1. № 1. С. 2.

4. Организация платной рыбалки: бизнес-план. <https://выгодный-вклад.рф/biznes-plan/razvlechenie/organizaciya-platnoj-rybalki-biznes-plan.html>

5. Розумная Л.А. К вопросу об организации любительской рыбалки // В сборнике: Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности. сборник научных трудов. Российский государственный социальный университет; под общей редакцией Л. А. Розумной, Э. А. Новохатской, В. А. Булаева. Москва, 2011. С. 104-112.

6. Тридцать лучших прудов для платной рыбалки в Саратовской области.  
v-saratovskoi-oblasti  
5f828c02109c6zen.yandex.ru/media/id/5c1a6e21ee359000aefc723d/30-luchshih-prudov-dlia-platnoi-rybalki-5627e8b199b

**ДИНАМИКА РОСТА ГИБРИДА РУССКОГО И СИБИРСКОГО ОСЁТРА (РО×ЛО) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМЛЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ «АБИОТОНИК»**

**В.В. СУЧКОВ, И.В. ПОДДУБНАЯ, А.А. ВАСИЛЬЕВ, ДЕМЕШКО А.В.**

V.V. Suchkov, I.V. Poddubnaya, A.A. Vasiliev

Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Saratov state agrarian University named after N.I. Vavilova, Saratov

**Аннотация.** В статье представлены результаты научных исследований ростовых, процессов гибрида русского и сибирского осётра (РО×ЛО), при введении в рацион биологически активной добавки «Абиотоник».

**Ключевые слова:** кормление, комбикорм, гибрид осетра, динамика роста.

**Abstract.** The article presents the results of scientific research of growth, processes of a hybrid of Russian and Siberian sturgeon (RO × LO), with the introduction of a dietary supplement "Abiotonic".

**Key words:** feeding, compound feed, sturgeon hybrid, growth dynamics.

В настоящее время компенсировать убыль естественных популяций осетровых рыб призвано искусственное выращивание, роль которого значительно возрастает. Успешное развитие осетроводства в индустриальных условиях базируется на использовании полнорационных, сбалансированных по всем питательным веществам комбикормах [5]. Отечественными и зарубежными учеными разрабатываются кормовые добавки, дополняющие рационы по аминокислотной, минеральной и витаминной составляющим, направленные на улучшение прохождения всех обменных процессов в организме рыб, на повышение жизнестойкости и резистентности к заболеваниям, на увеличение выхода качественной рыбной продукции[1; 2; 3; 4; 6; 7].

Цель данной работы - провести анализ динамики роста и развития годовиков гибрида русского и сибирского осётра (РО×ЛО) в условиях аквариумной установки с использованием в питании биологически активной кормовой добавки «Абиотоник», синтезируемой ООО Фирма «А-БИО», г. Пушкино, Московской области.

Гибрид русского и сибирского осётра (РО×ЛО)- показывает хорошую приспособляемость к изменению температурного режима и условиям содержания, высокие темпы роста, охотно питается искусственными кормами. Таким образом, выращивание ленского осетра в условиях индустриального рыбоводства весьма перспективно.

В 2021 году нами были проведены исследования по изучению влияния биологически активной кормовой добавки «Абиотоник» на продуктивность гибрида русского и сибирского осётра (РО×ЛО).

Эксперимент по изучению влияния йодсодержащей добавки проводился в аквариумной установке в научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова».

Для эксперимента отобрали годовиков гибрида русского и сибирского осётра (РО×ЛО) средней массой 322 г по 10 особей в контрольную и в 3 опытные группы. Контрольная группа получала полнорационный голландский комбикорм *Coppens SteCo Supreme-10* (ОР). Опытные группы получали ОР с биологически активной добавкой (БАД) «Абиотоник» (таблица 1).

«Абиотоник» - непрозрачный раствор темно-коричневого цвета с небольшим количеством осадка. Это многокомпонентный препарат на основе витаминов, аминокислот и микроэлементов.

Таблица 1 - Схема опыта

Группа	Количество особей	Тип кормления
Контрольная	10	Гранулированный комбикорм (ОР)
Опытная	I	ОР с БАД (0,5 мл на 1 кг массы рыбы)
	II	ОР с БАД (1,0 мл на 1 кг массы рыбы)
	III	ОР с БАД (1,5 мл на 1 кг массы рыбы)

Эксперимент длился 119 дней. Кормили гибрида осетра 2 раза в светлое время суток. Суточную дачу корма рассчитывали по общепринятой методике, с учетом температуры воды, содержания в воде растворенного кислорода и массы рыбы. Для корректировки суточных норм кормления проводили контроль за ростом рыбы каждые 7 дней. Ежедневно осуществлялись термометрия воды, анализ содержания растворенного кислорода и измерение активной реакции среды (рН).

Температура воды колебалась от 20 °С до 21°С, что соответствовало оптимальным значениям для содержания осетра. Содержание растворенного кислорода в воде составило в среднем 6,0 мг/л. Значения рН за время

эксперимента колебались от 6,5 до 7,5 и находились на оптимальном уровне на протяжении всего периода наблюдений.

Начиная с 12 недели осетры II опытной группы, получавшие в рационе биологически активную добавку в количестве 1,0 мл на килограмм массы тела, опередили по скорости роста контрольную группу и особей других опытных групп. Средняя масса рыб в I и II опытных группах к концу эксперимента превышала по этому показателю контрольных особей на 0,7 и 3,7 %, соответственно. Наибольшие показатели по приростам и наблюдались в II опытной группе, где осетры получали «Абиотоник» в количестве 1,0 мл на 1 кг массы рыбы (таблица 2).

Таблица 2 - Показатели роста и выживаемости гибрида русского и сибирского осётра (РО×ЛЮ) при выращивании с использованием кормовой добавки «Абиотоник»

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Начальная средняя масса, г	324,2±1,17	320,30±1,70	323,12±1,47	318,54±2,75
Конечная средняя масса, г	746,1±1,83	751,34±1,39*	774,42±1,18***	732,18±1,82*
Абсолютный прирост, г	421,9	431,0	451,3	413,7
Относительный прирост, %	130,14	134,57	139,67	129,87
Среднесуточный прирост, %	0,66	0,68	0,69	0,66
Выживаемость, %	100	100	100	100

\*\*\* $P \geq 0,999$

Вследствие этого абсолютный прирост был выше на 6,97 %, относительный прирост на 9,53 %, среднесуточный прирост на 0,03 %. Выживаемость во всех подопытных группах была 100 %.

Таким образом, результаты опыта свидетельствуют, что при ведении в рацион гибрида русского и сибирского осётра (РО×ЛЮ) биологически активной добавки «Абиотоник» в количестве 0,5 и 1,0 мл на 1 кг массы рыбы наблюдается увеличение темпа роста средней массы тела. Наилучшие результаты по показателям роста отмечены во II опытной группе по сравнению с контролем.

### Список литературы

1. Васильев, А.А. Эффективность использования иммуностимулирующего препарата в кормлении осетровых рыб при выращивании в установке замкнутого водоснабжения / А.А. Васильев, И.В. Поддубная, А.С. Семькина // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 9. – С. 47-50.

2. Вилутис О.Е., Тарасов П.С., Балашова В.А., Очерет Ю.Н. Применение кормовой добавки «Абиотоник» в кормлении карпа. / О.Е Вилутис., П.С. Тарасов., В.А. Балашова, Ю.Н. Очерет // Материалы IV Национальной научно-практической конференции Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации– Саратов ООО «Амирит», - 2019, - С. 61-65.

3. Гусева, Ю.А. Эффективность использования препаратов "Абиопептид" и "Ферропептид" в кормлении ленского осетра (*Acipenser baeri Brandt*) в садках / Гусева Ю.А., Коробов А.П., Васильев А.А., Сарсенов А.Р. // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2011. № 4. С. 3-6/

4. Китаев, И.А. Выращивание ленского осетра в промышленных условиях с применением кормовой добавки "Абиопептид" / И.А. Китаев, Ю.А. Гусева, А.А. Васильев, С.С. Мухаметшин // Аграрный научный журнал. 2014. № 12. С. 10-12.

5. Пономарев, С.В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. / С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров, Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. - Астрахань: Нова плюс, 2002. - 264 с.

6. Туренко О.Ю., Экономическая эффективность использования "REASIL® HUMIC HEALTH" при выращивании осетровых / О.Ю Туренко, А.А. Васильев, Ю.А. Гусева, Е.В. Гроза // Аграрный научный журнал. 2021. № 5. С. 75-78.

7. Poddubnaya, I.V. Comprehensive Assessment of the Impact of the Additive “Abiopeptide with Iodine” on the Growth, Development and Marketable Quality of the Lena sturgeon Grown in Cages / I.V. Poddubnaya, A.A. Vasiliev, Y.A. Guseva, Y.N. Zimens, M.Y. Kuznetsov // Biosciences Biotechnology Research Asia. - September 2016. - Vol. 13(3) – P. 1547-1553.

## ДИВЕРСИФИКАЦИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.В. ТОРОПОВА, О.А. ГУРКИНА, О.Н. РУДНЕВА, В.В. ПАНКОВ

*V.V. Toropova, O. A. Gurkina, O. N. Rudneva, V.V. Pankov*

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье приводятся данные по совместному выращиванию карпа и водоплавающей птицы.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственный комплекс, ресурсосберегающие технологии, комплексное использование прудов, комбинированное рыбо-утиное и рыбо-гусиное хозяйство.

**Abstract.** The article provides data on the joint cultivation of carp and waterfowl.

**Key words:** fishery complex, resource-saving technologies, integrated use of ponds, combined fish-duck and fish-goose farming.

Рыбохозяйственный комплекс занимает важное место в продовольственном комплексе страны и является поставщиком ценных, незаменимых продуктов питания. На мировом рынке рыбохозяйственная отрасль рассматривается как важнейший компонент обеспечения продовольственной безопасности государства [7-8].

Для успешного развития рыбохозяйственного предприятия в современных условиях необходимо использование диверсификации производства как сдерживающего фактора высоких затрат на рыбохозяйственное производство. Диверсификация деятельности предприятий рыбного хозяйства в нестабильных условиях рыночной экономики позволяет снижать риски высоких затрат и своевременно реагировать на изменяющуюся структуру спроса, сохранять потенциал организации и производственные мощности [1,4].

В основе диверсификации агропромышленного производства рассматривается возможность применения инновационных, ресурсосберегающих технологий, комплексное использование имеющихся ресурсов, производственных мощностей и потенциала предприятий [2-5].

Ресурсосбережение как понятие должно быть определено: комбинация производственных элементов и ресурсов, который дает преимущества для обеспечения экономических затрат на материалы, человеческие и финансовые

ресурсы на основе возможностей ресурсосбережения, в котором отражены достижения научно-технического прогресса для получения продуктов, имеющих конкурентоспособность относительно минимизации уровня расходов в денежной эквиваленте и материальных затрат. Используя традиционные производственные технологии довольно большая, доля прибыли относится на производственные расходы. В то же время 80 % результата зависит от вариации естественных и климатических условий. В случае использования ресурсосберегающих технологий приблизительно 20 процентов – доля вероятности влияния этих условий, дальнейший результат зависит от правильной и обоснованной комбинации управления и технологий [6].

Комплексное использование прудов и ирригационных систем для нужд земледелия, животноводства и рыбоводства позволяет поднять экономическую эффективность работы предприятий, рентабельно использовать даже небольшие по площади пруды [10].

Особый интерес в рыбоводных предприятиях вызывает рыбоводно-утиная форма комбинированного хозяйства, представляющая совместное разведение рыбы и водоплавающей птицы. Данные технологические приемы подходят для относительно небольших по площади водоемов с применением полунтенсивного прудового рыбоводства [9].

Комбинированное рыбо-утиное или рыбо-гусиное хозяйство позволяет более полно использовать кормовые ресурсы водоемов и за счет получения двух видов продукции — рыбы и птицы — получать больше пищевой продукции с единицы площади при низких затратах. Практика функционирования таких хозяйств существует в Китае, Тайване, Японии, Германии, Венгрии, Чехии, Словакии, Болгарии и других странах. Водоплавающая птица не является конкурентом в питании основным видам рыб. Используя в пищу растительность, головастиков, мелких лягушек и их икру, водных насекомых, и иногда мелких сорных рыб, являющихся врагами и конкурентами в питании выращиваемых рыб, они способствуют повышению их продуктивного роста. Кроме того, водоплавающая птица является мелиоратором. Поедая мягкую подводную и плавающую растительность, ряску, она способствует очищению водоема, увеличивает прозрачность воды.

Таблица 1. Темп роста гусей выращенных при совместном выращивании с карпом

Возраст гусей, дней	Масса гусей, г
1	95±1,50
10	197±2,03
20	478±3,14
30	1089±6,45
40	1358±7,32
50	1732±7,21
60	2663±5,34

Утки разрыхляют донную поверхность прудов, что способствует быстрейшему разложению органического вещества на дне прудов.

Анализ динамики живой массы является одним из важнейших мероприятий, характеризующих полноценность кормления птицы и состояние ее здоровья. Для определения живой массы взвешивание гусят проводилось в суточном возрасте, а затем каждые 10 дней. При хорошем полноценном питании гуси, быстро растут, достигая массы 4-4,5 кг в возрасте 60-75 дней и кормовых затратах 3,5-4,5 кг на 1 кг прироста [10]. Анализ выращивания двухлетнего карпа представлен в таблице 2.

Таблица 2. Выращивание 2-х летнего карпа в нагульных прудах при совместном выращивании.

Пруд	Площадь, га	Посажено годовиков, тыс. шт.	Средняя масса весной, г	Средняя масса осенью, г
1	0,7	1,5	145±2,65	437±9,23
2	0,9	1,5	142±3,04	451±8,27

В хозяйственном отношении разведение карпа выгодно, благодаря быстрому росту и невысокой требовательности к условиям жизни. Товарной массы 0,5-1,5 достигает в двухлетнем возрасте. Естественная продуктивность карпа в прудах - до 2 ц/га.

Отходы жизнедеятельности водоплавающей птицы органическим удобрением, богатым соединениями азота, фосфора, калия, кальция, микроэлементами, значительная часть которых содержится в виде водорастворимых форм, доступных для усваивания фито-, зоопланктоном и донными организмами, служащими нишей для рыбы. При этом естественная рыбопродуктивность прудов увеличивается вдвое. В результате совместного выращивания рыбы с водоплавающей птицей конечная масса и общий выход рыбы с единицы площади увеличивается в зависимости от плотности посадки птицы до 30%. В зависимости от уровня кормления рыбы продуктивность рыбы составляет от 1 до 3 ц/га. Но не только водоплавающая птица благоприятно влияет на рост рыбы, но и рыба благотворно влияет на продуктивность птицы. При увеличении плотности посадки рыбы и интенсивности её кормления возрастает количество остатков ее жизнедеятельности и корма, которые также являются кормом для водоплавающей птицы. В результате повышения естественной кормовой базы увеличивается темп роста водоплавающей птицы, появляется возможность до известных пределов увеличивать плотность их разведения. Водный выгул благоприятно сказывается на состоянии птицы, позволяет расходовать меньше кормов на её выращивание, снижаются затраты на ее содержание, повышается воспроизводительная способность птицы: увеличивается ее яйценоскость, улучшается качество и средняя масса яиц, повышается жизнеспособность птенцов.

Интегрированное выращивание рыбы и водоплавающей птицы позволяет снизить себестоимость производимой продукции, оказывает влияние на увеличение выхода готовой продукции, улучшение ее качества, следовательно

способствует повышению экономической эффективности рыбохозяйственного производства.

В современных условиях агропромышленная диверсификация развивается в следующих двух основных направлениях: первое – комплексное использование сельскохозяйственной продукции позволяет предприятиям расширить виды деятельности; второе – применение ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих повышение доходности производства. Таким образом, всестороннее познание экономической категории и механизма проявления диверсификации свидетельствует об объективной необходимости и закономерности ее проявления и выступает предпосылкой управления эффективностью производства.

Таким образом эффективность диверсификации проявляется в повышении общей результативности функционирования как в рамках отдельно взятого предприятия, так и рыбохозяйственного комплекса в целом.

### Список литературы:

1. Васильев А.А. Влияние рыбоводных процессов на гидрохимические и микробиологические показатели воды /Васильев А.А., Поддубная И.В., Гуркина О.А., Фадеева Ю.Д.// Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации. Материалы IV национальной научно-практической конференции. 2019. С. 49-55.
2. Васильева О.А. Актуальные проблемы агропромышленного комплекса России / О.А. Васильева, И.В. Бабаян, М.А. Болохонов, В.В. Торопова //Экономика и предпринимательство. 2020. № 4 (117). С. 180-182.
3. Гуркина О.А. Природосберегающие аспекты прудового выращивания карпа (*Cyprinus carpio*) при повышенной плотности посадки/ О.А. Гуркина, Е.А. Тукмачева, А.С. Сема // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. 2018. С. 138-143.
4. Гусева Ю.А. Пути решения проблемы белкового питания ценных пород рыб /Гусева Ю.А., Максимова О.С.// Проблемы агропромышленного комплекса стран Евразийского экономического союза. Материалы I Международной научно-практической конференции. 2015. С. 199-201.
5. Далисова Н.А. Диверсификация сельскохозяйственного производства на основе ресурсосбережения / Н.А. Далисова, Э.В. Степанова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 6. – С. 58-68
6. Поддубная И.В. Исследование гидрохимических параметров водной среды УЗВ при создании оптимальных условий для выращивания маточного поголовья осетровых рыб/ Поддубная И.В., Гуркина О.А., Лексаков Р.С., Соколова В.В. // Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины, зоотехнии и аквакультуры. материалы международной научно-

практической конференции, посвящённой 85-летию Заслуженного деятеля науки РФ, Почётного работника ВПО РФ, доктора ветеринарных наук, профессора, Почётного профессора Саратовского ГАУ, профессора кафедры «Морфология, патология животных и биология» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ Дёмкина Григория Прокофьевича. 2016. С. 289-292.

7. Пономарев С.В. Фермерская аквакультура / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина, И.Ю. Киреева / Рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 192 с.

8. Третьяк А.А. Рыба в севообороте/ А.А. Третьяк, И.А. Грицыняк// Интегрированные формы прудового хозяйства. - 2008. -№6

9. Функ М.А. Совместное выращивание рыбы и гусей. М.А. Функ/ Материалы Всероссийской научно-исследовательской конференции Молодёжь-Барнаулу 2012-Барнаул -2012. – № 6. – С. 34-38

10. Совместное выращивание рыбы и водоплавающих птиц [Электронный ресурс] URL: <http://agro-archive.ru/tehnologicheskie-osnovy/723-sovmestnoe-vyraschivanie-ryby-i-vodoplavayuschih-ptic.html/>(Дата обращения 23.05.2021).

## ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «REASIL®HUMIC HEALTH» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОСЕТРОВЫХ ПРИ ТОВАРНОМ ВЫРАЩИВАНИИ

О.Ю. ТУРЕНКО

O.Yu. Turenko

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov*

**Аннотация.** В статье представлены результаты применения кормовой добавки «Reasil®Humic Health» на основе гуминовых кислот при товарном выращивании ленского осетра в установке замкнутого водоснабжения.

**Ключевые слова:** корма, кормление, гуминовые кислоты, ленский осетр, УЗВ.

**Abstract.** The article presents the results of the application of the feed additive "Reasil ® Humic Health" based on humic acids for commercial cultivation of Lena sturgeon in a closed water supply installation.

**Key words:** Feed, feeding, humic acids, lena sturgeon, UZV.

Эффективность развития аквакультуры обуславливают экономику и продовольственную безопасность страны. Недостаточное обеспечение гидробионтов полноценными кормами и, особенно, дорогостоящими кормовыми добавками и источниками биологически активных веществ, при их выращивании в УЗВ является сдерживающим фактором перспективного развития отрасли [1, 2, 6, 7, 11]. А использование лечебно-профилактических средств импортного производства увеличивает себестоимость продукции рыбоводства и снижает ее рентабельность [9, 12, 13]. Различные кормовые добавки природного и искусственного происхождения уже широко используются в рационах гидробионтов для восполнения недостающих элементов питания [3, 4, 5, 8, 10]. В связи с этим, наши исследования по изучению эффективности использования гуминовых кислот в аквакультуре являются перспективным направлением.

Исследования по эффективности выращивания ленского осетра в УЗВ при использовании в кормлении добавки «Reasil®Humic Health» проводились в 2020-2021 г. в научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы», ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа рыб	Количество особей	Состав рациона
Масса 1 особи от 50,0 до 600,0 г		
Контрольная	134	Гранулированный комбикорм (ГК)

Опытная	134	ГК + кормовая добавка «Reasil®Humic Health» расчета 1,0 г на 1 кг массы комбикорма
Масса 1 особи от 600,0 до 1000,0 г		
Контрольная	134	Гранулированный комбикорм (ГК)
Опытная	134	ГК + кормовая добавка «Reasil®Humic Health» расчета 1,5 г на 1 кг массы комбикорма

Для проведения исследований нами были отобраны 268 особей по принципу пар аналогов ленского осетра со средней навеской около 59,0 г. Продолжительность исследований составила 210 дней.

В научно-хозяйственном опыте по выращиванию осетровых в УЗВ контрольная группа рыб поедала общепринятый комбикорм, а опытная с добавлением в его состав кормовой добавки «Reasil®Humic Health» на основе гуминовых кислот.

В период опыта кормление ленского осетра осуществлялось 3 раза в сутки. Для этого использовался полнорационный комбикорм, в 1 кг которого содержалось: общей энергии 21,1 МДж, сырого протеина 46 %, сырого жира 15 %, клетчатки 1,9 %, золы 6,0 % и фосфора 0,87 %. Кормовая добавка «Reasil®Humic Health» вносилась в гранулированный комбикорм во время его приготовления. Диаметр гранул при кормлении рыбы до массы 600,0 г составлял 3,0 мм, а от 600,0 г до 1000,0 г - 4,5 мм.

Выживаемость рыб за время опыта в контрольной группе была на 1,5 % меньше, чем в опытной группе и составила 97,01 %.

Динамика живой массы рыб в опытной группе за весь период производственной апробации была выше в опытной группе, по сравнению с контрольной. Это позволило рыбам опытной группы достичь средней массы 981,0 г, что на 63,6 г больше, чем в контрольной.

В начале опыта ихтиомасса в подопытных группах была на одном уровне, но лучшая выживаемость рыб в опытной группе и более высокая их продуктивность позволила получить в этой группе наибольшую ихтиомассу, по сравнению с контрольной (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика ихтиомассы в подопытных группах, кг

Период опыта, мес.	Группа	
	контрольная	опытная
Начало	8,03	7,87
1	16,35	16,72
2	31,05	31,96
3	46,33	48,23
4	63,47	66,32

5	82,03	87,37
6	103,33	111,38
7	127,05	137,24
Прирост ихтиомассы за опыт	119,02	129,37

Через 7 месяцев выращивания ленского осетра в УЗВ его ихтиомасса в опытной группе увеличилась на 129,37 кг и составила 137,24 кг, что на 10,35 кг больше, по сравнению с контрольной группой.

За период опыта рыбы опытной группы съели на 6,39 кг корма больше, чем контрольной группы. В составе, которого они потребили 175,82 г кормовой добавки, рыночной стоимостью 240,0 руб. за 1 кг. Таким образом рыбы опытной группы потребили кормовой добавки на 42,2 руб.

Большее валовое потребление корма в опытной группе объясняется большим приростом ихтиомассы и лучшей сохранностью рыб. Это, в заключении эксперимента, положительно отразилось на затратах на единицу прироста ихтиомассы (табл. 3).

Таблица 3 – Затраты на 1 кг прироста ихтиомассы

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Валовое потребление корма за опыт, кг	126,62	133,01
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,06	1,03
Затраты сырого протеина на 1 кг прироста, г	440,0	420,0
Затраты обменной энергии на 1 кг прироста, Мдж	23,3	22,5
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	135,65	131,34

Полученные нами данные показывают, что рыбы контрольной группы затрачивали на 1 кг прироста больше комбикорма на 30,0 г, сырого протеина на 20,0 г, обменной энергии на 0,8 Мдж. В конечном итоге, все это положительно отразилось на стоимости кормов на 1 кг прироста ихтиомассы в опытной группе. Так, стоимость кормов на 1 кг прироста была в опытной группе на 4,31 руб., меньше по сравнению с контрольной.

Полученные данные позволяют сделать положительный вывод об эффективности использования кормовой добавки «Reasil®Humic Health» на основе гуминовых кислот в кормлении рыб и рекомендовать для повышения продуктивности, сохранности и товарного качества ленского осетра при выращивании в УЗВ скармливать ее в дозе 1,0 г на 1,0 кг комбикорма при навеске рыбы от 50,0 до 600,0 г и 1,5 г на 1,0 кг комбикорма при навеске рыбы от 600,0 до 1000,0 г.

### Список литературы:

1. Аламдари, Х. Использование гидролизата рыбного белка для кормления осетровых рыб / Аламдари Х., Пономарев С.В. // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2013. № 11. С. 49-59.
2. Васильев, А.А. Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения / Васильев А.А., Хандожко Г.А., Гусева Ю.А. // Рассчитано на руководителей и специалистов хозяйств / Саратов, 2011.
3. Вилутис, О.Е. Эффективность использования комбикормов ленским осетром при различных уровнях йода / Вилутис О.Е., Поддубная И.В., Васильев А.А., Тарасов П.С. // В сборнике: Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. 2014. С. 163-166.
4. Гусева, Ю.А. Влияние препарата "абиопептид" на продуктивность ленского осетра (*Acipenser baeri*) при выращивании в садках / Гусева Ю.А., Коробов А.П., Васильев А.А., Сарсенов А.Р. // Рыбное хозяйство. 2011. № 2. С. 94-98.
5. Гусева, Ю.А. Эффективность использования препаратов "Абиопептид" и "Ферропептид" в кормлении ленского осетра (*Acipenser baeri brandt*) в садках / Гусева Ю.А., Коробов А.П., Васильев А.А., Сарсенов А.Р. // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2011. № 4. С. 3-6.
6. Китаев, И.А. Влияние кормовых добавок "Абиопептид" и "Ферропептид" на аминокислотный состав белка мышечной ткани ленского осетра при выращивании в УЗВ / Китаев И.А., Васильев А.А., Гусева Ю.А. // В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 160-164.
7. Пономарев С. В. Технологические основы разведения и кормления рыб в промышленных условиях / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева: Моногр. / Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. – 188 с.
8. Поддубная И.В. Оценка эффективности применения йодированных дрожжей в кормлении ленского осетра при выращивании в садках / Поддубная И.В., Масленников Р.В., Васильев А.А. // Аграрный научный журнал. 2015. № 5. С. 20-23.
9. Руднев М.Ю. Экономическое обоснование выращивания ленского осетра и производства черной икры с применением интенсивной технологии / Руднев М.Ю., Руднева О.Н., Васильев А.А. // В сборнике IV Международной научно-практической конференции: Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий. ФГБОУ ВПО "Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова". 2015. С. 123-126.
10. Тарасов П.С. Эффективность использования добавки "Абиопептид с йодом" в кормлении ленского осетра при выращивании в УЗВ / Тарасов П.С., Поддубная И.В., Васильев А.А., Кузнецов М.Ю. // Аграрный научный журнал. 2015. № 4. С. 41-44.

11. Щербина М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. М.: ВНИРО. - 2006. - 364 с.

12. Guseva Yu.A. The effect of pancreatic hydrolysate of soy protein on growth, development and amino acid composition of muscle tissues in lena sturgeons / Yu.A. Guseva, A.A. Vasilev, S.P. Moskalenko, M.V. Zabelina, V.P. Lushnikov, I.I. Kalyuzhnyi // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Т. 9. № 12. С. 2516-2519.

13. Poddubnaya I.V. A comprehensive assessment of the impact of the additive "Abiopeptide with iodine" on the growth, development and marketable quality of the lena sturgeon grown in cages / Poddubnaya I.V., Vasiliev A.A., Guseva Y.A., Zimens Y.N., Kuznetsov M.Y. // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2016. Т. 13. № 3. С. 1547-1553.

## Содержание

1	Арефьева Ю.В., Гуркина О.А., Китаев И.А. Требования к качеству воды при выращивании муксуна в садках.	4
2	Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В. Фитобиотическая кормовая добавка в рационе карпа.	10
3	Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Килякова Ю.В., Зианбетова Э.Л. Развитие карпа на фоне введения в рацион кальция в различной химической форме.	14
4	Артемов Р.В., Гершунская В.В., Арнаутов М.В., Усков Т.Н., Кырова И.А. Альтернативные источники протеина в комбикормах для объектов аквакультуры.	18
5	Ахмеджанова А.Б., Лагуткина Л.Ю., Пономарев С.В., Мартьянов А.С. Сравнительная оценка физиолого-биохимических показателей ракообразных, культивируемых в различных условиях среды.	23
6	Бацман С.А., Руднева О.Н. Выращивание радужной форели в условиях УЗВ.	30
7	Васильев А.А., Гуркина О.А., Поддубная И.В., Манаенкова А.А., Ащеулов А.П. Параметры водной среды рек Саратовской области в результате воздействия прудовой аквакультуры.	35
8	Васильев А.А., Руднева О.Н., Гуркина О.А., Сидорова Е.А., Андреева А.В. Инновационные решения для повышения эффективности индустриальной аквакультуры.	42
9	Воронин В.Н. Новые паразитарные болезни форели при садковом выращивании.	50
10	Днекешев А.К., Тулеуов А.М., Байтлесова Л.И., Днекешев А.К. Оценка гидрологических и гидрохимических условий пруда на балке Улекты в ЗКО.	54
11	Днекешев А.К., Сеитов М.С., Тайгузин Р.Ш., Днекешев А.К. Количественное и весовое соотношение ихтиофауны Кировского водохранилища Западно-Казахстанской области.	59
12	Зианбетова Э.Л. Применение ультрадисперсных частиц металлов в кормлении рыб.	66
13	Игнатенко М.А. Мероприятия по рыбохозяйственной мелиорации на водных объектах Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна в 2020 году.	70
14	Калайда М.Л., Борисова С.Д., Гордеева М.Э., Хамитова М.Ф. Цифровые технологии в аквакультуре как метод интенсификации процесса производства объектов выращивания.	76
15	Калайда М.Л., Пиганов Е.С. Особенности заготовки гипофиза африканского клариевого сома.	83
16	Карпова О.В., Плотко А.Р., Салоев Д.С., Сейфулина О.И., Кошелева О.Л. Выращивание осетровых рыб и их гибридов в индустриальных системах.	89
17	Коник Н.В., Шутова О.А. Регулирование качества рыбной продукции в России.	95
18	Коробов А.А., Соколов Д.А., Буткевич А.Д. Результаты выращивания осетровых рыб в садках.	101
19	Кулиш А.В. Технологическая схема использования малых водоемов комплексного назначения в цикле выращивания товарной продукции в условиях аридных зон.	106
20	Мальцев В.Н. Инвазионные болезни тихоокеанских устриц в Черном море.	113
21	Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., Салдеева К.А. Продуктивность карпа и гематологические показатели: эффект пробиотических препаратов.	131
22	Мирошникова Е.П., Зуева М.С., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Влияние пробиотических препаратов «АТЪШ» и «СУБТИЛИС-Ж» на рост и аминокислотный состав мышечной ткани молоди карпа.	136
23	Михеев П.Б., Бакланов М.А., Коцюк Д.В., Подорожник Е.В., Кошелев В.Н.,	

	Шейна Т.А., Пузик А.Ю. Применение микрохимического анализа отолитов для выявления особей кеты <i>Oncorhynchus keta</i> искусственного происхождения.	142
24	Нехорошкина К.И., Гуркина О.А, Руднева О.Н., Торопова В.В., Анфиногенова Е.А. Результаты выращивания осетровых рыб в установке замкнутого водообеспечения.	147
25	Руднев М.Ю., Руднева О.Н., Васильев А.А. Организационно-экономическое обоснование проекта платной рыбалки (на примере УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО СГАУ им. Н.И. Вавилова).	154
26	Сучков В.В., Поддубная И.В., Васильев А.А., Демешко А.В. Динамика роста гибрида русского и сибирского осётра (РО×ЛО) при использовании в кормлении биологически активной добавки «Абиотоник».	159
27	Торопова В.В., Гуркина О.А., Руднева О.Н., Панков В.В. Диверсификация как фактор повышения эффективности рыбохозяйственного производства.	163
28	Туренко О.Ю. Влияние кормовой добавки «Reasil®Humic Health» на продуктивность осетровых при товарном выращивании.	168

*Научное издание*

## **СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Материалы VI Национальной научно-практической конференции

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за некорректное заимствование, подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и материалов не подлежащих открытой публикации.

Материалы в сборнике размещены в авторской редакции.

Подписано в печать 12.10.2021.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 11,0.

Тираж 100 экз. Заказ № 3025-19/30099.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «Амирит»,  
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88. Тел.: 8-800-700-86-33 | (845-2) 24-86-33

E-mail: [zakaz@amirit.ru](mailto:zakaz@amirit.ru)

Сайт: [amirit.ru](http://amirit.ru)