



Российская Академия Наук



Collection of scientific papers

International Scientific and Practical Conference
**«DEVELOPMENT AND MODERN PROBLEMS
OF AQUACULTURE»**
in the frame of a comprehensive research plan
«Aquaculture development»

(«AQUACULTURE 2021» CONFERENCE)



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**«РАЗВИТИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ»
(КОНФЕРЕНЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА 2021»)**

с применением дистанционных технологий

с. Дивноморское,
20-24 сентября 2021 г.

Донской государственный технический университет
г. Ростов-на-Дону
2021

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

**"DEVELOPMENT AND MODERN PROBLEMS OF AQUACULTURE"
("AQUACULTURE 2021" CONFERENCE)**

using remote technologies

Divnomorskoe,
September, 20-24, 2021

Don State Technical University
Rostov-on-Don
2021

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- И.М. Донник** — вице-президент Российской академии наук, академик Российской академии наук
Б.Ч. Месхи — ректор Донского государственного технического университета, член-корреспондент Российской академии образования, д.т.н., профессор
Г.Г. Матишов — научный руководитель Южного научного центра Российской академии наук, академик Российской академии наук
Д.В. Рудой — руководитель специализированной организации территориального кластера «Долина Дона» Ростовской области, декан факультета «Агропромышленный» ДГТУ, заместитель заведующего научно-исследовательской лабораторией «Центр агробιοтехнологии» ДГТУ, к.т.н., доцент
А.В. Ольшевская — заместитель декана факультета «Агропромышленный» ДГТУ, заместитель руководителя Центра развития территориального кластера «Долина Дона» ДГТУ, доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса» ДГТУ, к.т.н.
Е.Н. Пономарёва — главный научный сотрудник Южного научного центра Российской академии наук, д.б.н., профессор
А.Н. Неваленный — ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет», д.б.н.
С.В. Бердников — председатель Южного научного центра Российской академии наук, д.г.н.
А.А. Дорошенко — доцент кафедры «Проектирование и технический сервис транспортно-технологических систем» ДГТУ, к.т.н. (отв. ред.)

- P17 **Развитие и современные проблемы аквакультуры (Конференция «АКВАКУЛЬТУРА 2021»):** сборник научных трудов Международной научно-практической конференции (с. Дивноморское, 20 - 24 сентября 2021 г.) / ред. кол. И.М. Донник [и др.]; ДГТУ – Ростов-на-Дону: ДГТУ-Принт, 2021. – 82 с.

ISBN 978-5-6047140-9-6

Сборник составлен по результатам Международной научно-практической конференции «Развитие и современные проблемы аквакультуры», проводимой факультетом «Агропромышленный» Донского государственного технического университета, и предназначен для специалистов в области аквакультуры, охраны водных ресурсов, селекции и генетики, а также обучающихся соответствующих специальностей, и для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками.

В сборнике содержатся материалы, освещающие актуальные вопросы развития, разведения и выращивания водных организмов в естественных и искусственных водоёмах, мониторинга и перспективы геномной селекции, освещены исследования по направлениям: «Сохранение и охрана биологических ресурсов Мирового океана»; «Интенсивные технологии аквакультуры»; «Профилактика заболеваний объектов аквакультуры»; «Генетические методы и современная селекция в аквакультуре»; «Перспективные источники сырья, корма и кормопроизводство»; «Интеллектуальные технологии в аквакультуре».

ПРЕДИСЛОВИЕ

В период с 20 по 24 сентября 2021 г. в СОСК «Радуга» ДГТУ в пос. Дивноморское прошла Международная научно-практическая конференция «АКВАКУЛЬТУРА 2021». Конференция прошла в смешанном формате, объединяя офлайн и онлайн-участников по всему миру.

За время конференции было заслушано более 70 докладов от ведущих представителей научного, образовательного и индустриального сообществ. Докладчики конференции – как уже признанные, так и молодые ученые со всей России и стран ближнего и дальнего зарубежья: Москва, Астрахань, Новосибирск, Санкт-Петербург, Адлер, Волгоград, Краснодар, Тверь, Рязань, Саратов, Мурманск, Петропавловск-Камчатский, Иркутск, Республика Крым, Республика Карелия, Республика Узбекистан, США и др. Научный нетворкинг, уникально несущий в себе как известные мировые имена, так и имена молодых ученых, создает принципиально новый взгляд на актуальные проблемы отрасли, влияет на подход к решению и формат предлагаемых решений. Объединяя ученых со всего мира, конференция «АКВАКУЛЬТУРА 2021» выступает площадкой не только для представления докладов, но и для профессиональных дискуссий, определяя повестку глобальных научных интересов и предметы исследований на годы вперед.

Итогом Конференции является публикация статей в журналах, индексируемых базами данных Scopus, Web of Science, издание сборника научных трудов РИНЦ.

Организаторами Конференции выступили Донской государственный технический университет, совместно с Южным научным центром Российской академии наук и Астраханским государственным техническим университетом, при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Российской академии наук. Конференция проведена с соблюдением мер предосторожности и недопущения распространения коронавирусной инфекции, вызванной COVID-19.

Программный и организационный комитеты, а также все участники Конференции выражают благодарность партнерам и журналу «IOP Conference Series: Earth and Environmental Science» индексируемому библиографическими базами данных Web of Science и Scopus, за публикацию статей Конференции «АКВАКУЛЬТУРА 2021».



PREFACE

In the period from 20 to 24 September 2021 at the SSHC "Raduga" DSTU in the village Divnomorskoye hosted the International Scientific and Practical Conference "AQUACULTURE 2021". The conference was held in a mixed format, bringing together offline and online participants around the world.

During the conference, more than 70 reports were presented from leading representatives of the scientific, educational and industrial communities. Conference speakers - both already recognized and young scientists from all over Russia and countries of near and far abroad: Moscow, Astrakhan, Novosibirsk, St. Petersburg, Adler, Volgograd, Krasnodar, Tver, Ryazan, Saratov, Murmansk, Petropavlovsk-Kamchatsky, Irkutsk, Republic of Crimea, Republic of Karelia, Republic of Uzbekistan, USA, etc. Scientific networking, uniquely bearing both well-known world names and the names of young scientists, creates a fundamentally new look at the current problems of the industry, affects the approach to solving and the format of proposed solutions. Bringing together scientists from all over the world, the "AQUACULTURE 2021" conference acts as a platform not only for presenting reports, but also for professional discussions, defining the agenda of global scientific interests and research subjects for years to come.

The result of the Conference is the publication of articles in journals indexed by the Scopus, Web of Science databases, the publication of the collection of scientific papers of the RSCI.

The Conference was organized by the Don State Technical University, together with the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and the Astrakhan State Technical University, with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and the Russian Academy of Sciences. The conference was held in compliance with precautionary measures to prevent the spread of coronavirus infection caused by COVID-19.

The Program and Organizing Committees, as well as all the participants of the Conference, would like to thank the partners and the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science magazine indexed by the Web of Science and Scopus bibliographic databases for publishing the articles of the "AQUACULTURE 2021" Conference.





Дорогие коллеги! Позвольте приветствовать вас от лица Российской академии наук. Поздравляю вас с открытием Международной научно-практической конференции «Развитие и современные проблемы аквакультуры».

Аквакультура - значимая составляющая возобновляемых природных ресурсов и сегмент, обладающий огромным потенциалом развития научно-исследовательской, проектной и образовательной деятельности. Для развития аквакультуры, как полноценной отрасли экономики, необходимо увеличение доли участия университетов и научных организаций в решении ее задач.

Данная конференция проводится впервые и затронет ряд важнейших вопросов, способных разрешить те проблемы, которые имеются в области рыбного хозяйства. Конференция позволит выработать стратегические инициативы по развитию аквакультуры в России, найти новые решения и привлечь инновационные технологии в образовательную и научную деятельности.

Плодотворной работы, конструктивного диалога и эффективного взаимодействия!

Ирина Михайловна Донник

вице-президент Российской академии наук, академик Российской академии наук

Dear Colleagues! Let me greet you on behalf of the Russian Academy of Sciences. I congratulate you on the opening of the International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture".

Aquaculture is a significant component of renewable natural resources and a segment with enormous potential for the development of research, design and educational activities. For the development of aquaculture as a full-fledged branch of the economy, it is necessary to increase the participation of universities and scientific organizations in solving its problems.

This conference is being held for the first time and will touch upon a number of important issues that can solve the problems that exist in the field of fisheries. The conference will help develop strategic initiatives for the development of aquaculture in Russia, find new solutions and attract innovative technologies in educational and scientific activities.

Fruitful work, constructive dialogue and effective interaction!

Irina Donnik

Vice President of the Russian Academy of Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences



Уважаемые коллеги, гости и участники Конференции! Рад приветствовать вас на Международной научно-практической конференции «АКВАКУЛЬТУРА 2021».

Конференция объединяет различные сферы исследований и является площадкой для обмена новейшими научно-практическими достижениями и разработками в области мировой аквакультуры, способствует повышению эффективности устойчивого социально-экономического развития региона и страны.

Проведение подобных мероприятий – прекрасная возможность объединить наши усилия для общей благородной цели – технологического лидерства в приоритетных сферах через объединение и развитие ресурсов, компетенций и инициатив исследовательских, экспертных и образовательных организаций для создания и продвижения инновационных продуктов и технологий, которые смогут вывести нашу страну на принципиально новый экономический уровень.

Плодотворной работы участникам Конференции!

Бесарион Чохоевич Месхи

*ректор Донского государственного технического университета,
член-корреспондент Российской академии образования*

Dear colleagues, guests and participants of the Conference! I am glad to welcome you to the International Scientific and Practical Conference "AQUACULTURE 2021".

The conference brings together various areas of research and is a platform for the exchange of the latest scientific and practical achievements and developments in the field of world aquaculture, contributes to increasing the efficiency of sustainable socio-economic development of the region and the country.

Holding such events is a great opportunity to unite our efforts for a common noble goal - technological leadership in priority areas through the pooling and development of resources, competencies and initiatives of research, expert and educational organizations to create and promote innovative products and technologies that can lead our country to a fundamentally new economic level.

Fruitful work for the participants of the Conference!

Besarion Meskhi

*Rector of Don State Technical University,
corresponding Member of the Russian Academy of Education*



От лица всех сотрудников Южного научного центра Российской академии наук приветствую участников конференции «АКВАКУЛЬТУРА 2021»! 15 лет назад в ЮНЦ РАН под руководством академика РАН Г.Г. Матишова мы начали развивать технологию выращивания рыб, прежде всего осетровых, в условиях индустриальной аквакультуры. Наконец, наш научный прогресс достиг того, что мы совместно с Донским государственным техническим университетом организовали первую Международную научно-практическую конференцию, на которой сможем поделиться с общественностью, индустриальными партнерами и другими учеными теми достижениями, которых мы добились в процессе научных исследований и коллабораций.

Желаю всем хорошей работы, удачи и успехов.

Сергей Владимирович Бердников
Директор ЮНЦ РАН

On behalf of all employees of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, I welcome the participants of the conference "AQUACULTURE 2021"! 15 years ago at the SSC RAS under the leadership of RAS Academician G.G. Matishov, we began to develop the technology of raising fish, primarily sturgeon, in the conditions of industrial aquaculture. Finally, our scientific progress has reached the point that we, together with the Don State Technical University, organized the first International Scientific and Practical Conference, at which we can share with the public, industrial partners and other scientists the achievements that we have achieved in the process of scientific research and collaborations.

I wish you all good work, good luck and success.

Sergey Berdnikov
Chairman of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences



Конференция предусматривает интеграцию усилий специалистов для стабильного развития аквакультуры страны, объединяя различные сферы новых исследований и разработок. Очень важно сохранить лучшие разработки агропромышленного комплекса Российской Федерации и повысить качество подготовки новых кадров. Считаю, что главная цель проведения конференции «АКВАКУЛЬТУРА 2021» заключается в обмене передовым опытом и знаниями. Надеюсь, что полученные результаты будут полезны всем участникам, а предложенные рекомендации действительно найдут своё применение в практической деятельности.

Удачи и успехов!

Геннадий Григорьевич Матишов

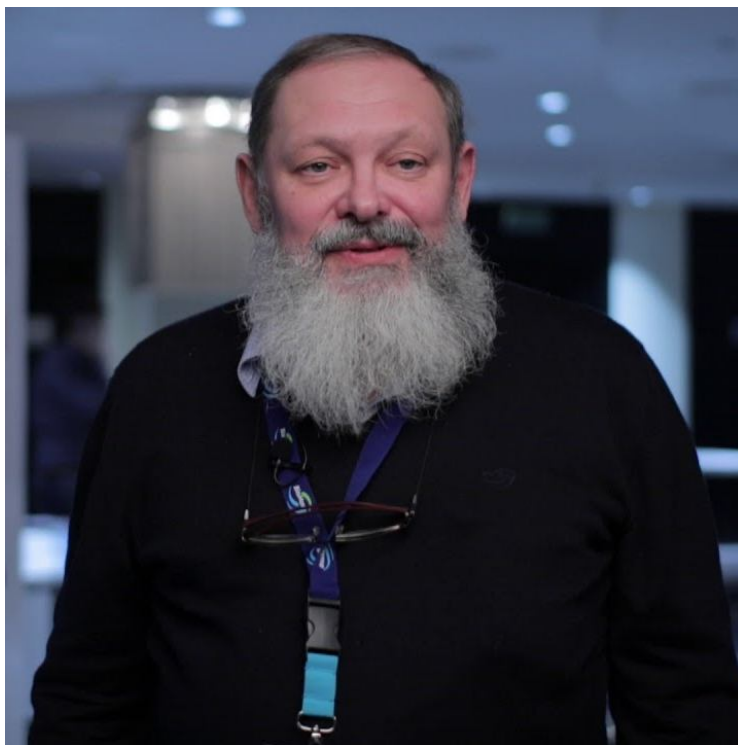
*научный руководитель Южного научного центра
Российской академии наук,
академик Российской академии наук*

The conference provides for the integration of the efforts of specialists for the stable development of the country's aquaculture, uniting various areas of new research and development. It is very important to preserve the best developments in the agro-industrial complex of the Russian Federation and improve the quality of training new personnel. I believe that the main goal of the AQUACULTURE 2021 conference is to share best practices and knowledge. I hope that the results obtained will be useful to all participants, and the proposed recommendations will really find their application in practice.

Good luck and success!

Gennady Matishov

*Scientific Director of the Southern Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences,
academician of the Russian Academy of Sciences*



Добрый день, уважаемые коллеги! Современная ситуация в мире, увеличение населения земли и повышение температуры ставят перед производством огромные вызовы, и на эти вызовы необходимо отвечать, в том числе и промышленности, которая участвует в цепи производства пищевых продуктов.

Аквакультура - это самый экологически безопасный способ производства продуктов питания, ведь в нем выделяется минимальное количество углекислого газа. Поэтому - отраднo, что исследования в области аквакультуры ведутся в России и во всем мире.

Я желаю всем хороших решений и плодотворного обмена опытом, в том числе между промышленностью, наукой и образованием!

Дмитрий Сергеевич Аршавский
Генеральный директор ООО «БиоМар»

Good afternoon, dear colleagues! The current situation in the world, an increase in the world's population and rising temperatures pose enormous challenges to production, and these challenges must be answered, including by the industry that participates in the food production chain.

Aquaculture is the most environmentally friendly way to produce food, as it emits the least amount of carbon dioxide. Therefore, it is gratifying that research in the field of aquaculture is being carried out in Russia and all over the world.

I wish everyone good decisions and a fruitful exchange of experience, including between industry, science and education!

Dmitry Arshavsky
General Director of "BioMar" company

ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ «АКВАКУЛЬТУРА 2021»



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation



Российская Академия Наук
Russian Academy of Sciences



Южный научный центр Российской академии наук
Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет»
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Astrakhan State Technical University"



Российская Технологическая Платформа «Биоиндустрия и биоресурсы»
Technological Platform "Bioindustry and Bioresources"



ООО «БИФФ БИОС КОРМА ДЛЯ РЫБ»
"BIFFINE"



ООО «Биомар»
"BioMar"



ООО «Симеон АкваБиоТехнологии»
"Simeon AquaBioTechnologies"

КОНТАКТЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА КОНФЕРЕНЦИИ «АКВАКУЛЬТУРА 2021»

Телефоны: +7(989)7039643 | +7(863)2381576;

электронная почта: agro.conf@donstu.com; **сайт:** aquaculture.donstu.com; **адрес:** 344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1, Донской государственный технический университет, факультет «Агропромышленный»

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ	13
Акопян Ю.К.	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЛЕНКА BRACHYMYSTAX SAVINOVI MITROFANOV В УЙДЕНИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	15
Асылбекова С.Ж., Кушникова Л.Б., Аубакиров Б.С., Базаров С.Е., Костюченко Д.А.	
МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДОМСТИЦИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ..	19
Ахмеджанова А.Б., Пономарев С.В., Ковалева А.В., Федоровых Ю.В., Левина О.А., Дутиков Е.А.	
МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ	23
Баранник С.Ф.	
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ШТАММА <i>BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS</i> B-1895 ПРОТИВ ФЛАВОБАКТЕРИОЗА У РУССКОГО ОСЕТРА И КАРПА КОИ	26
Морозова М.А., Горовцов А.В., Ольшевская А.В., Угрехелидзе Н.Т., Золотов С.А.	
СОСТАВ МИКРОФЛОРЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ ИХ ВЫРАЩИВАНИИ В АКВАПОНИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ.	28
Гридина Т.С.	
ПРОБЛЕМЫ РЫБОЛОВСТВА И АКВАКУЛЬТУРЫ РЕСПУБЛИКИ ЭФИОПИЯ	33
Михайлова Г.С., Пономарева Е.Н., Фирсова А.В.	
К ИЗУЧЕНИЮ ЗАРАЖЕННОСТИ БЫЧКА-СИРМАНА, <i>PONTICOLA SYRMAN</i> , ЛИЧИНКАМИ НЕМАТОДЫ <i>EUSTRONGYLIDES EXCISUS</i> В ДЕЛЬТЕ РЕКИ ДОН.....	37
Казарникова А.В., Степанова Ю.В.	
АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕНТРОВ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА ЛАБОРАТОРИИ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ)	40
Малая Е.В.	
РАЗВИТИЕ ПРУДОВОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА КОНВЕРГЕНТНОЙ ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЕ.....	45
Мелихов В.В., Сизов Ю.И., Медведева Л.Н., Плотников А.С. Федоров А.Л.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ В КАЧЕСТВЕ АТТРАКТАНТОВ В РАЦИОНЕ КЕТЫ (<i>ONCORHYNCHUS KETA</i>).....	50
Окрестина Н.Ф., Исаева О.М.	
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НОВЫХ тиацетамидных ПРОИЗВОДНЫХ ФЕНОЛА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МОЛОДИ РУССКОГО Осетра.....	55
Осипова В.П., Коляда М.Н., Пименов Ю.Т., Кудрявцев К.В.	
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ <i>CLORELLA</i> С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД	58
Зибарев Н.В., Торгаева Е. А., Политаева Н. А.	
ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ФОРЕЛИ В УЗВ.....	62
Решетникова О.В., Осипова Т.С.	
КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРОИЗВОДСТВА АКВАКУЛЬТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	65
Ронжин А.Л., Савельев А.И., Крестовников К.Д.	
СОСТОЯНИЕ И ИХТИОФАУНА МАЛЫХ СТЕПНЫХ РЕК РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ВОДОЕМОВ БАССЕЙНА РЕКИ АЮТА.....	70
Старцев А.В., Савицкая С.С., Корчунов А.А.	
УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ.....	74
Трошева Д.А.	

ПРОБИОТИЧЕСКИЕ БАЦИЛЛЫ В АКВАКУЛЬТУРЕ	77
Чистяков В.А., Брень А.Б., Рудой Д.В., Егян М.А., Куликова Н.А.	
УМНАЯ ФЕРМА	79
Шабоян А.К.	

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Акопян Ю.К.

Донской Государственный Технический Университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Аквакультура является самым быстрорастущим сектором производства продуктов питания в течение последних двух десятилетий и во многом является следствием неспособности удовлетворить растущий спрос на рыбную продукцию естественных природных запасов. Культура разведения рыбы обладает большим потенциалом для удовлетворения потребностей в продовольствии растущего населения Земли, однако новое производство должно быть построено на устойчивых технологиях и инновациях.

Ключевые слова. Аквакультура, автоматизация, инновационные технологии, рыбная ферма, автоматизированная система, современные технологии.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AQUACULTURE

Акопян У.К.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. Aquaculture has been the fastest growing food production sector over the past two decades and is largely a consequence of the inability to meet the growing demand for fish products from natural resources. Fish farming culture has great potential to meet the food needs of the growing world population, but new production must be built on sustainable technologies and innovations.

Keywords. Aquaculture, automation, innovative technologies, fish farm, automated system, modern technologies.

Производство рыбных продуктов сталкивается со сдерживающими препятствиями. Эти барьеры могут быть как объективного, так и субъективного характера. К первой группе относятся природные факторы, а именно экологические ограничения; ко второй группе относятся административные барьеры.

Избежать всех тормозящих производство факторов можно с помощью использования в аквакультуре инновационных технологий.

Для успешного выращивания рыбы необходимо учитывать много факторов. Одним из самых важных факторов является вода, которая всегда должна обладать двумя критериями: допустимым качеством и достаточным количеством. Второй немаловажный фактор- это терминальный фактор: нужный диапазон, оптимальный для эктотермных организмов.

Если этих базовых ресурсов не хватает, то возникает необходимость в привлечении дополнительных ресурсов: энергия (подача воды; поддержание термальных параметров; инфраструктура), материалы (оборудование, строительные конструкции), земельные площади и т.д.

Современные способы ведения данной деятельности позволяют снизить влияние климатического фактора путем использования сбросных вод термальных энергостанций и других промышленных объектов. К примеру, климат нашей страны не позволяет выращивать теплолюбивых рыб. Однако это можно осуществить с помощью термальных ресурсов для аквакультуры, это использование термального ресурса сбросных вод энергостанций (ГРЭС, ТЭЦ и АЭС).

Огромную роль играет посадочный материал в аквакультуре, который является дефицитом в России. По этой причине приходится завозить весь посадочный материал из других стран. Решением этой проблемы является внедрение садков для выращивания посадочного материала. Например, выращивание молоди форели в условиях рециркуляционной системы водоснабжения. Использование садковых площадей позволяет многократно повысить выход продукции и эффективно сократить затраты.

Следовательно, перспективы развития аквакультуры можно увидеть в пользовании двумя направлениями инновационных технологий: во-первых, это установка замкнутого водоснабжения для производства посадочного материала в береговых комплексах; во-вторых, это использование садков на водоемах.

Использовать можно два вида садков для выращивания рыбы. Выбор типа этой инновационной технологии зависит от условий водоёма.

Стационарные садки для разведения рыбы чаще всего используют на водоемах, где есть постоянный уровень воды. В таком случае можно не волноваться об уровне и садки находятся в постоянном положении. Устанавливается в водоеме свайная эстакада, в центре делаются гнезда. В эти гнезда в дальнейшем и устанавливают сами садки для разведения рыбы. Они выполняются из жесткого и прочного каркаса, что обеспечивает надежность при высокой функциональности. Но садок может быть выполнен и без каркаса. Простую конструкцию для разведения рыбы в садках можно сделать из делового мешка. Его растягивают на специальных кольях, которые забивают по линии реки или пруда. Для более удобного использования к садковым линиям делают специальный мостик. По этому мостику можно быстро пройти и произвести все необходимые работы.

Садки на поплавках являются самым распространенным типом. Плавающий садок может быть установлен на любой реке или водоеме. Ему не страшны различные перепады уровня воды. По конструкции плавучие садки можно разделить на несколько основных групп: плавающие садки на понтонах (на понтоны в таком случае укладываются специальные дорожки, настилы, по которым можно передвигаться и обслуживать сетные камеры); однако садок с поплавками плохо подходит для водоемов, которые замерзают, поэтому в регионах с суровыми зимами такой вид не пользуется спросом); секционные садки (в этом случае зарыбление и отлов готовой продукции осуществляется непосредственно с берега, плавучесть такой системы обычно обеспечивают специальные плавучие трубы).

К положительным качествам такой инновационной технологии как садки для выращивания рыбы относятся: во-первых, эти сооружения могут служить как складские помещения или выполнять другую важную в хозяйстве роль; во-вторых, благодаря применению и внедрению такого способа разведения рыбы в садках, можно часть пруда или озера использовать в других целях; в-третьих, при использовании этой технологии не требуется особое влияние и вмешательство человека в процесс; в-четвертых, садки позволяют выращивать дорогие ценные породы, такие как осетровые или лососевые.

Есть и отрицательная сторона использования садков. Открытые водные участки связаны с повышенным риском из-за штормов. Плавучие садки не могут противостоять штормовым морским волнам, а рыбы в таких садках остаются незащищенными от волнового воздействия, они испытывают повышенный стресс и травмируются о полотно мешка. Также рыбы в теплое время года подвергаются перегреву на поверхности воды.

Решением этих проблем являются инновационные технологии. Для преодоления всех вышеперечисленных трудностей можно использовать традиционные садковые системы. Создание крупномасштабных садковых ферм для выращивания товарной рыбы предполагает выход на открытые морские акватории с использованием штормоустойчивых садков. Внедрение подводной технологии садкового рыбоводства позволило решить проблему защиты от штормовых волн для открытых акваторий.

На быстрозамерзающих водоемах используют подводные садки не круглый год, а только несколько месяцев, поскольку там экстремально низкие зимние температуры.

Так, с помощью инновационных технологий были разработаны садковые площадки, которые внесли значительный вклад в аквакультуру. Наблюдая за испытаниями над такими площадками, можно сделать вывод, что использование погружных садков позволило производителям добиться хороших результатов: во-первых, была доказана возможность круглогодичного выращивания холодолюбивых рыб; во-вторых, садки, установленные на огромном удалении от берега, выдерживают шторм с большой высотой волн.

Таким образом, все объективные барьеры, лимитирующие развитие рыбного дела, могут быть преодолены с использованием инновационных способов. Демонстрация работы таких систем показала важность и значимость современных технологий в аквакультуре.

Список использованных источников

1. Форум «Пастбищная аквакультура» <https://luxsol.ru>; Автор: Андрей Невский.
2. Учебник «Аквакультура», авторы: Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., 2-е издание, перераб., 2020г.
3. Форум «Автоматические рыбные фермы», раздел «Инновационные технологии для разведения рыб»: <https://fish-agro.ru/>.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЛЕНКА *BRACHYMYSTAX SAVINOVII* MITROFANOV В УЙДЕНИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

¹Асылбекова С.Ж., ²Кушникова Л.Б., ²Аубакиров Б.С., ²Базаров С.Е., ²Костюченко Д.А.

¹ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», г. Алматы, Республика Казахстан
²Алтайский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

Аннотация. В статье представлены результаты исследований популяции ленка *Brachymystax savinovi* Mitrofanov, 1959, обитающего в Уйденинском водохранилище. Ленок *B. savinovi* появился в этом водоеме в 70-х годах прошлого столетия в результате несанкционированного вселения. Оценка современного состояния популяции ленка показала, что в Уйденинском водохранилище *B. savinovi* находится в удовлетворительном состоянии, численность достаточно стабильна, и возможно изъятие разновозрастных особей с целью доместикиции и формирования ремонтно-маточного стада (РМС) в индустриальных условиях (садковое выращивание).

Исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (Грант № BR 10264236).

Ключевые слова. Ленок *Brachymystax savinovi*, популяция, возрастная структура популяции, половая структура популяции, воспроизводственный потенциал, биологические показатели.

CURRENT STATE OF THE *BRACHYMYSTAX SAVINOVII* MITROFANOV POPULATION IN THE UYDENINSKY RESERVOIR

¹Asylbekova S.Z., ²Kushnikova L.B., ²Aubakirov B.S., ²Bazarov S.E., ²Kostyuchenko D.A.

¹LLC "Research and Production Center of Fisheries", Almaty, Republic of Kazakhstan
²Altai branch of Scientific and Production Center for Fisheries LLP, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan

Annotation. The article presents the results of research on the population of lenok *Brachymystax savinovi* Mitrofanov, 1959 inhabiting the Uydeninsky reservoir. Lenok *B. savinovi* appeared in the Uydeninsky reservoir in the 70s of the last century, as a result of unauthorized introduction. An assessment of the current state of the lenok population showed that the Uydeninsky reservoir is in a satisfactory condition, and the abundance is quite stable, and it is possible to remove individuals of different ages for the purpose of domestication and the formation of a replacement broodstock (RMS) in industrial conditions (cage rearing). The study is funded by the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR 10264236).

Keywords. Lenok *Brachymystax savinovi*, population, biological indicators, age structure of the population, sex structure of the population, reproductive potential.

Ленок маркакольский *Brachymystax savinovi* Mitrofanov обитает в озере Маркаколь и считается эндемичным, узкоареальным валидным видом, местное название которого – ускуч [1]. Однако в последние годы наблюдается падение естественных запасов ленка в озере Маркаколь [2]. В настоящее время одним из способов увеличения численности и исключения возможности исчезновения в дикой природе редких и эндемичных видов рыб признаётся их искусственное воспроизводство. Ленок – ценный вид рыб с высокими потребительскими качествами, включая икру, поэтому может рассматриваться как перспективный объект рыборазведения. Первым этапом в искусственном воспроизводстве рыбы является формирование ремонтно-маточного стада (РМС) путем изъятия минимального количества производителей редких видов из естественной среды обитания с последующим искусственным воспроизводством в рыбоводных хозяйствах. Как возможный вариант изъятия производителей для формирования РМС ленка можно считать Уйденинское водохранилище, куда ленок попал в результате несанкционированного вселения и по имеющимся данным успешно адаптировался к новым условиям обитания [3]. Настоящие исследования направлены на изучение современного состояния и потенциала природной популяции ленка *B. savinovi* в Уйденинском водохранилище.

Материал и методы. Материалом для настоящего сообщения послужили сборы ленков из Уйденинского водохранилища в количестве 215 экз., проведенные в весенне-летний период 2019-2021 гг. Лов рыбы осуществлялся жаберными сетями с ячеей 20-50 мм. Первичная обработка проводилась на месте в свежем виде по стандартным методикам [4]. Возраст рыб определялся по жаберным крышкам под бинокляром МБС-10. Для получения сравнительных данных с ленком из оз. Маркаколь использовали архивные материалы Алтайского филиала ТОО «НПЦ РХ» за 2017-2020 гг.

При анализе структуры популяции ленка из Уйденинского водохранилища использовали основные биологические показатели рыб, такие как: длина тела, масса тела, темп линейного и весового роста, возрастная структура популяции с анализом среднего возраста и доминантных возрастных групп в популяции, воспроизводственный потенциал (соотношение полов, возраст наступления половозрелости, индивидуальная абсолютная плодовитость). Указанные биологические показатели также были использованы при сравнительном анализе с популяцией ленка из оз. Маркаколь.

Водохранилище на р. Уйдене расположено в Зайсанском районе Восточно-Казахстанской области, в горной части Саур-Тарбагатайского хребта, в 18 км юго-западнее г. Зайсан (координаты 47°21'46.02"С 84°46'44.25"В). Морфометрические показатели Уйденинского водохранилища: длина 4,4 км, средняя ширина 0,89 км, максимальная глубина 63,5 м, средняя 19,3 м, площадь водного зеркала (при НПУ) 3,92 км². Водохранилище на р. Уйдене относится к искусственному типу и в настоящее время используется для энергетических целей, рекреации и орошения [3].

Результаты и обсуждение. Состав ихтиофауны Уйденинского водохранилища очень беден и представлен двумя видами рыб – ленок маркакольский и пескарь обыкновенный.

Ленок *B. savinovi* довольно многочисленный хищный вид, общая численность которого в водохранилище в период 2019-2021 гг. варьировала от 50 до 70 тысяч экземпляров. Характерные особенности: тело прогонистое, несколько сжато с боков; рот конечный, верхняя челюсть слегка выдаётся вперед; выемки на хвосте слабо выражены. Окраска сильно варьирует от темных до серебристо-светлых оттенков с характерными пятнами, которые расположены на спине, боках и голове; на горле и брюшке пятна отсутствуют.

В результате эхолокационной съемки было установлено, что ленок широко распространен по всей акватории водохранилища. В весенний период большие скопления ленка наблюдались в приустьевой части р. Уйдене и в прибрежной зоне водоема до глубины 15-20 м. В летний период ленок предпочитал держаться в центральной (глубоководной) части водохранилища. Таким образом, пространственная структура популяции *B. savinovi* имеет сезонный характер и в большей степени определяется особенностью размножения и роста. В период нереста половозрелые особи мигрируют в р. Уйдене, где и происходит нерест. Сроки нереста в 2019-2021 гг. проходили в период с начала апреля по середину мая и определялись в основном температурой воды. Если в 2019 г. нерест проходил в первой декаде мая, то в 2021 г. он закончился уже к середине апреля. Отнерестившиеся особи спускаются в водохранилище. Сроки эмбрионального и постэмбрионального развития, а также ската молоди ленка в условиях Уйденинского водохранилища не установлены.

Возрастной ряд популяции ленка из Уйденинского водохранилища в научно-исследовательских уловах состоял из особей от 2 до 8 лет (таблица 1) и характеризовался численным превосходством четырехлетних рыб, на долю которых приходилось 32%. В два раза реже встречались особи 5 и 3 лет, 20 и 18% соответственно. Самая малочисленная группа – восьмилетние особи, доля которых составляла 4%. Предельно наблюдаемый возраст ленка в водохранилище на р. Уйдене 8 лет при максимальной длине тела 45,3 см и массе 1295 г.

Таблица 1 – Динамика длины и массы тела ленка в водохранилище Уйдене в 2019-2021 гг. по возрастам

Возраст	Длина (min-max), см	Средняя длина, см	Масса (min-max), г	Средняя масса, г	Кол-во экз.	%
2	17,5-22,5	20,8	70-165	124,5	17	8
3	18,1-29,5	23,6	70-350	181,8	43	20
4	20,2-31,4	29,3	345-530	361,8	69	32
5	30,2-35,5	33,4	520-610	526,6	39	18
6	34,2-40,4	36,9	520-950	692,6	21	10
7	42,5-44,6	43,2	875-1275	1037,5	18	8
8	44,0-45,3	44,5	1165-1295	1230,0	8	4

У ленка из оз. Маркаколь (урунхайское стадо, откуда по сведениям местных жителей были отобраны рыбы и перевезены в Уйденинское водохранилище), по данным научно-исследовательских ловов, возрастной ряд более продолжительный и представлен особями от 3 до 10 лет (таблица 2).

Доминантное ядро состоит из шестилетних (33%) и семилетних (27%) особей. Почти в два раза ниже численность пяти и восьмилетних рыб и более малочисленны четырех и девятилетние экземпляры. Единично встречаются трехлетки и десятилетки.

Таблица 2 – Динамика длины и массы тела ленка в озере Маркаколь в 2017-2020 гг. по возрастам

Возраст	Длина (min-max), см	Средняя длина, см	Масса (min-max), г	Средняя масса, г	Кол-во экз.	%
3	29-31	30,1	284-394	334,0	5	0,6
4	30-35	32,5	326-795	452,7	45	5,0
5	32-42,5	36,8	392-1268	690,0	153	17,0
6	34-46	42,5	462-1745	887,7	293	33,0
7	37-48,5	42,8	565-1787	1099,7	238	27,0
8	40,5-52,5	46,5	820-2300	1404,0	134	15,0
9	43,5-58,5	51	1272-3070	2171,0	22	2,3
10	60	60	2430	2430,0	1	0,1

Средние значения длины и массы тела одновозрастных особей ленка (от 3 до 8 лет) из оз. Маркаколь и Уйденинского водохранилища представлены на рисунках 1 и 2. Анализ этих биологических показателей ленка в различных водоемах показал, что темпы роста рыб выше в оз. Маркаколь.

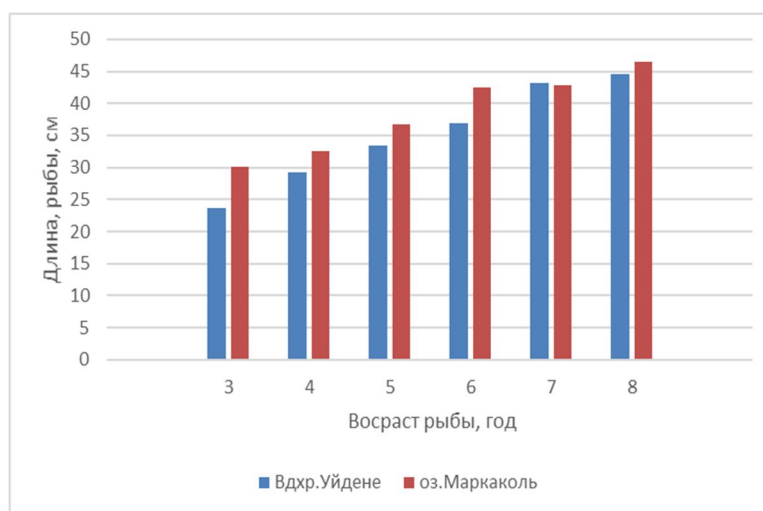


Рисунок 1 – Динамика средних значений длины тела ленка в вдхр. Уйдене и оз. Маркаколь по возрастам

Удельная скорость роста рыб SGR варьировала значительно. Как известно, наиболее быстрый линейный рост происходит у рыб до наступления половой зрелости. У ленка из оз. Маркаколь половая зрелость наступает в 4 года, у ленка из Уйденинского водохранилища в 6 лет. Результаты наших исследований показали, что именно до периода полового созревания были зарегистрированы максимальные показатели удельной скорости роста, в частности у ленка из оз. Маркаколь 26-34% в год и у ленка из Уйденинского водохранилища 33-49% в год. Удельная скорость роста определялась такими факторами как температура воды, гидрологический режим водоема и обеспеченность питанием, но это предмет других исследований, не входящих в круг обсуждаемых вопросов в данной статье и который требует развернутой характеристики и установки причинно-следственных связей. В целом, в одновозрастных группах ленка, показатели длины и массы тела более высокие у ленка из оз. Маркаколь.

По данным Ю.С. Решетникова и О.А. Поповой [5], пластические признаки более тесно связаны не с возрастом, а с размерами и темпом роста рыб. Обычно тугорослые особи имеют индексы головы и глаз больше по сравнению с быстрорастущими особями. Для ленка из Уйденинской популяции характерны более высокие индексы головы и глаз, чем у ленка из оз. Маркаколь (быстрорастущие особи) [3]. По результатам исследований пластических и меристических признаков других авторов можно предположить о возможности тугорослости ленка в водохранилище Уйдене.

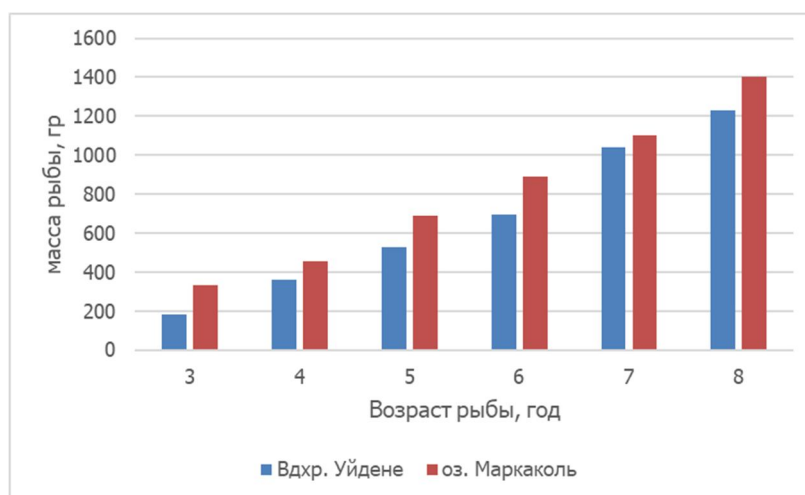


Рисунок 2 – Динамика средних значений массы тела ленка в вдхр. Уйдене и оз. Маркаколь по возрастам

Половая структура популяции ленка, обитающего как в оз. Маркаколь, так и в Уйденинском водохранилище, характеризуется преобладанием самок со средним соотношением 2:1. Репродуктивные показатели – средняя индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) – 1,8-2,0 тыс. шт. икринок. Половозрелыми особи становятся в оз. Маркаколь в 4 года и несколько позже, в 6 лет, в Уйденинском водохранилище. По размерно-весовым показателям достоверных различий между самками и самцами не установлено. Усредненные значения упитанности по Фультону для ленков из двух водоемов сопоставимы и равняются 1,25-1,27.

Заключение. В результате несанкционированного вселения в Уйденинское водохранилище эндемичного, узкоареального вида маркакольского ленка *Brachymystax savinovi* сформировалась новая самовоспроизводящаяся популяция, которая по ряду признаков схожа с маркакольской, но уже имеет свои характерные признаки. В настоящее время популяция насчитывает 50-70 тыс. рыб, среди которых по численности доминируют четырехлетние особи. Учитывая, что половая зрелость ленка в водохранилище наступает в возрасте 6 лет, популяция растущего типа. Популяция ленка характеризуется преобладанием самок с соотношением в среднем 2:1. Средняя индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) составляет 1,8-2,0 тыс. шт. Считаем, что популяция ленка из Уйденинского водохранилища может быть основой для изъятия разновозрастных особей при формировании РМС для искусственного воспроизводства и индустриального выращивания.

Список использованных источников

1. Рыбы Казахстана: В 5-ти т. // Митрофанов В. П., Дукравец Г.М., Пересили Н.Е. и др. – Алма-Ата: Наука, 1986. Миноговые, Осетровые, Сельдевые, Лососевые, Щуковые. – 272 с.
2. Баймуканов М.Т., Жданко Л.А., Дауенев Е.С. Современное состояние популяций ленка и хариуса и рекомендации по их сохранению и использованию на ограниченных участках акватории оз. Маркаколь // Сборник докладов международной научно- практической конференции «Пути совершенствования охраны, изучения биоразнообразия и развитие экологического туризма в ООПТ», посвященной 40-летию Маркакольского государственного природного заповедника, 17-20 августа 2016 г., с. Урунхайка. – С. 26-47.
3. Евсеева А.А., Куанышбекова Г.К. Некоторые данные по биологии ленка маркакольского *Brachymystax savinovi* (Mitrofanov, 1959) в водоемах Восточного Казахстана // Академику Л.С. Бергу – 145 лет. Сборник статей международной конференции. Бендеры. 2021. – С. 328-331.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб // И. Ф. Правдин. – М.: Пищ. пром., 1966. – 378 с.
5. Решетников Ю.С., Попова О.А. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов // Тр. ВНИРО. Том 156. Водные биологические ресурсы. 2015. С. 114-131.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДОМЕСТИЦИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

¹Ахмеджанова А.Б., ¹Пономарев С.В., ²Ковалева А.В., ¹Федоровых Ю.В., ¹Левина О.А.,
¹Дутиков Е.А.

¹Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация
²Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В начале 80-х гг. прошлого столетия в России началось резкое сокращение численности популяции каспийской белуги, в связи с чем её промысел был запрещён, за исключением отлова для воспроизводства и научных целей. В практику осетроводства стал широко внедряться способ многократного использования самок и самцов осетровых рыб методикой прижизненного получения половых продуктов. На фоне острого дефицита диких производителей этого вида осетровых рыб, основным способом формирования продукционных стад осетровых рыб в условиях ОРЗ Нижнего Поволжья является доместикация. Однако уловы диких самок белуги на промысловых участках Нижней Волги исчисляются единичными экземплярами. В статье изучены рыбоводно-биологические и физиологические показатели доместцированных самок белуги. Дана оценка репродуктивной функции доместцированных самок белуги. Изложены некоторые предложения по интенсификации и приоритетным направлениям искусственного воспроизводства с целью пополнения естественных популяций.

Ключевые слова. аквакультура, доместикация, белуга, самки, морфофизиологические показатели, рыбоводно-биологические показатели.

MORPHOFUNCTIONAL ASSESSMENT OF DOMESTICATED STURGEON SPAWNERS

¹Ahmedzhanova A.B., ¹Ponomarev S.V., ²Kovaleva A.V., ¹Fedorovych Y.V., ¹Levina O.A.,
¹Dutikov E.A.

¹Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation
²Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. In the early 80s. of the last century, a sharp decline in the population of the Caspian beluga began in Russia, and therefore its fishing was prohibited, with the exception of catching for reproduction and scientific purposes. In the practice of sturgeon breeding, the method of repeated use of females and males of sturgeon fish by the method of intravital production of reproductive products has begun to be widely introduced. Against the background of an acute shortage of wild producers of this species of sturgeon fish, domestication is the main method of forming production stocks of sturgeon fish in the conditions of acute respiratory infections in the Lower Volga region. However, catches of wild beluga females in the fishing grounds of the Lower Volga are counted in single specimens. The article studies fish-breeding, biological and physiological indicators of domesticated female beluga. An assessment of the reproductive function of domesticated female beluga is given. Some proposals for intensification and priority directions of artificial reproduction with the aim of replenishing natural populations are presented.

Key words: aquaculture, domestication, beluga, females, morphophysiological indicators, fish-breeding and biological indicators.

На фоне острого дефицита диких производителей осетровых рыб в последние годы основным способом формирования продукционных стад в условиях осетровых рыбоводных заводов Нижнего Поволжья является доместикация [1]. Однако уловы диких самок белуги на промысловых участках Нижней Волги исчисляются единичными экземплярами. Начиная примерно с конца прошлого столетия, не приходится рассчитывать даже на минимальное обеспечение Волжских ОРЗ необходимым количеством диких производителей для получения репродуктивной икры.

Нестабильность экологических факторов, беспрецедентный всплеск браконьерства в море и в нерестовых реках, отсутствие межгосударственного соглашения по рациональному промыслу, воспроизводству и охране биоресурсов Каспия, привело к тотальному подрыву запасов и численности популяции, осетровых рыб в Каспийском бассейне. Без принятия надлежащих охранных мер уникальной

каспийской ихтиофауне грозит полное исчезновение. Важным фактом является также низкое функциональное и рыбоводное качество производителей из естественных условий и содержащихся на рыбоводных заводах.

Данное исследование посвящено сравнительной оценке рыбоводно-биологических и морфофизиологических показателей производителей белуги одомашненной формы.

Сбор экспериментального материала проводился в рыбоводный сезон на ООО АРК «Белуга» и Сергиевском осетровом рыбоводном заводе, функционирующем в дельте реки Волга. Объектом исследования послужили доместичированные самки белуги с учётом их рыбоводно-биологических и физиологических показателей. В работе использованы морфометрический и физиологические методы исследований с привлечением математической статистики.

Физиологическое состояние исследуемых рыб оценивали по биохимическим показателям белкового, углеводного и липидного обменов, согласно разработанным методикам [2,3,4,5].

Кровь отбирали прижизненно из хвостовой вены в пробирки Эппендорфа. Для гематологического анализа (концентрация гемоглобина, скорость оседания эритроцитов) в качестве антикоагулянта использовали гепарин.

Концентрацию гемоглобина в крови определяли фотометрически с помощью набора реактивов фирмы Агат-Мед, СОЭ – по методу Панченкова, содержание сывороточного белка – с помощью наборов реагентов фирмы «Агат-мед», уровень холестерина в крови – энзиматическим методом, концентрацию глюкозы в сыворотке крови – энзиматическим колориметрическим методом без депротеинизации (реакция Триндера). Для измерения оптической плотности полученных проб использовали спектрофотометр Unico 2100.

Результаты экспериментов анализировали методами биологической статистики с помощью компьютерных программ. Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента [6].

Наряду с квотированием вылова белуги для использования в целях воспроизводства на действующих ОРЗ, часть квот была выделена и для некоторых товарных хозяйств, функционирующих в Нижнем Поволжье. Естественно, что для получения пищевой икры отбирались более крупные самки. Определенное количество диких самок и самцов было выделено и для товарного хозяйства ООО АРК «Белуга», созданного в шлюзовом канале Астраханского вододелиителя. От этих производителей в настоящее время наряду с получением пищевой икры, получают потомство для формирования ремонтно-маточного стада. В настоящее время незначительное количество доместичированных производителей белуги содержится также и на действующих ОРЗ Нижней Волги, занятых искусственным воспроизводством осетровых рыб. На Сергиевском ОРЗ были исследованы рыбоводно-биологические показатели самок белуги после их повторного созревания, данные приведены в таблице 1. В исследованной группе самки (ООО АРК «Белуга»), имеют массу тела 106,8 кг, при этом рабочая плодовитость достигает 14,4 кг/кг массы самки или 511 тыс. шт., относительная рабочая плодовитость – 13,78 %.

Коэффициент поляризации икры перед стимуляцией этих самок гормональным препаратом «Сурфагон» в среднем составил $12,1 \pm 1,3$ %. Оплодотворяемость икры достигла величины $83,0 \pm 1,1$ %.

Перед гормональной инъекцией коэффициент поляризации ооцитов у самок белуги (Сергиевский ОРЗ) составил в среднем 8,7 %. Следует отметить, что от одной самки белуги было получено всего 8,2 кг репродуктивной икры. В то время, как у другой наблюдалась нетипично высокая плодовитость, составившая более 1 млн. штук икры, что указывает на измельчание ооцитов.

Таблица 1 – Рыбоводно-биологические показатели зрелых доместичированных самок белуги

Показатели	Масса самок, кг	Длина самок, см	Рабочая плодовитость самки, кг	Относительная рабочая плодовитость, %	Количество икринок в 1 г, в шт.	Рабочая плодовитость самок, тыс. шт.
Доместичированные самки белуги на ООО АРК «Белуга» (n=14)						
M±m	106,8±5,6	218,5±4	14,4±0,9	13,78±1,3	35,8±1,5	511,3±29,3
Доместичированные самки белуги в условиях Сергиевского ОРЗ (n=14)						
M±m	123,0 ±1,1	222,5±8	17,2±0,4	13,98±1,2	40,0±0,4	701,0±21,3

Таким образом, масса доместичированных, повторно созревших самок белуги, в обоих вариантах исследований, оказалась больше 100 кг: 106,8±5,6 кг и 123,0±1,1 кг, соответственно. Выход икры на кг массы тела рыб был примерно одинаков и составил $13,78 \pm 1,3$ % и $13,74 \pm 0,2$ % ($p > 0,05$).

Показатели оплодотворения икры по своему значению сходны – $83,0 \pm 1,1 \%$ и $82,3 \pm 0,1 \%$ ($p > 0,05$). При этом одной из отмеченных особенностей является измельчание ооцитов у domesticiрованных самок. Так, число икринок в 1 грамме достигло $40,0 \pm 0,4$ штук (Сергиевский ОРЗ).

Был изучен комплекс физиолого-биохимических показателей крови, отражающих функциональное состояние domesticiрованных самок на Сергиевском ОРЗ и на ООО АРК «Белуга», данные представлены на рисунке 1 и в таблице 2.

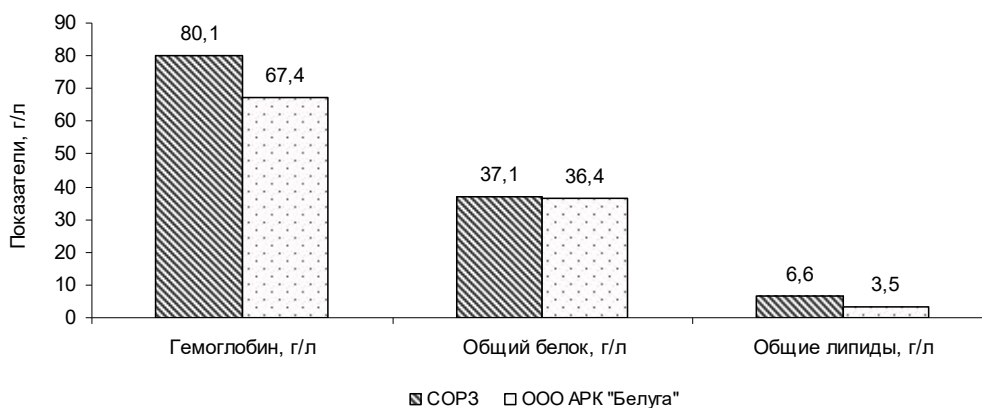


Рисунок 1 – Физиолого-биохимические показатели самок белуги

В результате проведенных исследований, были выявлены различия по уровню гемоглобина в крови, при этом отмечено, что у domesticiрованных самок из Сергиевского осетрового завода этот показатель выше на 19 %, чем у одомашненных форм из ООО АРК «Белуга». Вероятнее всего, это связано с недостатком двухвалентного железа и аскорбиновой кислоты в корме при их выращивании, а, возможно, и с понижением двигательной активности при искусственном выращивании [7,8]. По содержанию общего сывороточного белка, существенных отличий между группами самок не выявлено ($p > 0,05$). В то же время у domesticiрованных самок, содержащиеся на Сергиевском ОРЗ, отмечено повышение уровня липидов крови примерно в два раза ($p < 0,05$), данные в пределах референтных значений.

Таблица 2 – Физиолого-биохимические показатели самок белуги

Показатели	Холестерин, ммоль/л	Глюкоза, ммоль/л	СОЭ, мм/час
Доместцированные самки ОРЗ (n=14)			
M±m	4,2±0,6	5,0±0,1	3,8±0,4
Доместцированные самки ООО АРК «Белуга» (n=14)			
M±m	3,9±0,2	4,8±0,1	3,5±0,7

Концентрация холестерина, наличие или присутствие которого в крови необходимо для строения оболочек ооцитов и участия в генеративном процессе, составила у domesticiрованных производителей, содержащихся на Сергиевском ОРЗ $4,2 \pm 0,6$ ммоль/л, у самок с ООО АРК «Белуга» – $3,9 \pm 0,2$ ммоль/л, величины примерно одного порядка ($p > 0,05$). Значения концентрации глюкозы в сыворотке крови находились на одинаковом уровне, различия не выявлены ($p > 0,05$). Значения скорости оседания эритроцитов у этих самок были величинами одного порядка ($p > 0,05$). Скорость оседания эритроцитов, уровень глюкозы и холестерина у исследуемых групп оставались в пределах референтных значений, что также согласуется с литературными данными [8] и свидетельствует о постоянном белковом составе плазмы крови.

Таким образом, установлено, что масса domesticiрованных, повторно созревших самок белуги в обоих вариантах исследований оказалась больше 100 кг. Выход икры на кг массы тела рыб и показатели оплодотворения икры по своему значению примерно одинаковы ($p > 0,05$). При этом, одной из отмеченных особенностей является измельчание ооцитов у domesticiрованных самок. Так, число икринок в 1 грамме достигло $35,8 \pm 1,5$ шт. (ООО АРК «Белуга») и $40,0 \pm 0,4$ шт. (Сергиевский ОРЗ). Что касается гематологических показателей, выявлены различия в концентрации гемоглобина. У domesticiрованных самок с Сергиевского ОРЗ этот показатель выше на 1,2 раза, чем у одомашненных форм с ООО АРК «Белуга». Также выявлены различия в концентрации общих липидов: у самок,

содержащихся на Сергиевском ОРЗ были более высокие значения этого показателя ($p < 0,05$). Остальные физиолого-биохимические показатели у производителей осетровых рыб находились практически на одном уровне ($p > 0,05$) и пределах оптимальных референтных значений.

Список использованных источников

1. Подушка, С.Б. Получение икры осетровых с сохранением жизни производителей / С.Б. Подушка // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – 1999. – С. 4-9.
2. Филиппович, Ю.Б. Практикум по общей биохимии / Ю.Б. Филиппович, Т.А. Егорова, Г.А. Севастьянова. – М.: Просвещение, 1975. – 318 с.
3. Fish bach, F. A manual of laboratory diagnostic tests. 7thed / F. Fish bach, M. Dunning. – Lppincott Williams & Wilkins, 2004. – 1291 p.
4. Trinder, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor / P. Trinder // Ann Clin Biochem. – 1969. – P. 24–25.
5. Van Kampen, E.J. Standardization of hemoglobinometry. The hemiglobincyanide method / E.J. Van Kampen, W.G. Zijlstra // Clin. Chim. Acta. – 1961. – P. 538.
6. Катмаков, П.С. Биометрия: учеб. пособие для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов – М.: Юрайт, 2019. – 177 с.
7. Ахмеджанова, А.Б. Оценка морфофизиологических показателей впервые созревших самок белуги, выращенных от икры в искусственных условиях / А.Б. Ахмеджанова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых // Материалы конференции в сборнике: 64-я Международная конференция АГТУ, посвященная 90-летию юбилею со дня образования АГТУ. – 2020. – С. 226.
8. Гераскин, П.П. Оценка физиологической подготовленности к репродуктивной функции domestцированных самок и выращенных от икры в искусственных условиях / П.П. Гераскин, А.В. Ковалева, В.А. Григорьев, А.В. Фирсова, М.В. Яицкая, В.Ж. Ветрова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 95 – 103.

Исследование выполняется при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-158.2021.5.

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Баранник С.Ф.

Донской Государственный Технический Университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Механизация и автоматизация технологических процессов в аквакультуре имеют важное место. При промышленных методах рыбоводства большое значение приобретает общая механизация и частичная автоматизация важнейших производственных процессов. Эти два понятия способствуют повышению производительности труда, устранению ошибок по причине человеческого фактора и значительно облегчают управление всей рыбной фермой.

Ключевые слова. Рыбная ферма, автоматизация, механизация, человеческий фактор, управление с помощью автоматики, аквакультура, рыбоводство, технологические процессы.

MECHANIZATION AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES IN AQUACULTURE

Barannik S.F

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. Mechanization and automation of technological processes in aquaculture have an important place. With industrial methods of fish farming, general mechanization and partial automation of the most important production processes are of great importance. These two concepts contribute to increasing labor productivity, eliminating errors due to the human factor and greatly facilitate the management of the entire fish farm.

Keywords. Fish farm, automation, mechanization, human factor, automation control, aquaculture, fish farming, technological processes.

Прудовое фермерское рыбоводство тесно связаны с механизацией и частичной автоматизацией важнейших технологических процессов.

При промышленных методах рыбоводства большое значение приобретает общая механизация и частичная автоматизация важнейших производственных процессов, что позволяет:

1. повысить производительность труда;
2. снизить затраты физического труда и потребность в рабочей силе;
3. устранить вредные для рабочих процессы и снизить затраты труда на единицу продукции.

Под термином «механизация» понимается замена или сокращение ручных средств труда машинами и механизмами с применением для их действия различных видов энергии в рыбоводных процессах.

В современном индустриальном хозяйстве должны быть механизированы следующие производственные процессы:

1. вылов, сортировка и учёт товарной рыбы и рыбопосадочного материала;
2. загрузка и выгрузка рыбы в транспортные емкости;
3. кормление рыбы в бассейнах, садках и прудах;
4. лечение рыбопосадочного материала;
5. внесение удобрений в пруды;
6. удаление грязи и бактерий из бассейнов;
7. выгрузка рыбы из бассейнов и погрузка в транспортные средства;
8. транспортировка рыбы;
9. добавление кислорода и слежение за уровнем насыщения кислородом воды.

Механизированное рыбоводное оборудование должно быть представлено следующими основными устройствами:

1. Автоматизированные кормушки;
2. Камышекосилки;
3. Краны и погрузчики;
4. Автоматизированные склады;
5. Аэростаты;

6. Приборы для различных анализов;
7. Оборудование для обработки рыбы и бассейнов, где они обитают.

Механизация должна обеспечивать повышение рыбопродуктивности водоемов путем своевременного проведения работ, удобрения, облова прудов, бассейнов, садков, сортировки рыбы, снижения отхода рыбы, сокращения потерь корма при многоразовом механическом кормлении.

Механизация делится на 4 вида:

1. Малая механизация (применение инструментов);
2. Частичная механизация (использование машин в работе);
3. Полная механизация (использование большого количества видов машин, например, машин-подъемников, средств транспортировки и др);
4. Комплексная механизация (механизация всего рабочего процесса рыбной фермы).

Автоматизация технологических процессов- это использование в производстве систем машин с возможностью автоматического управления.

Автоматизация делится на 4 вида:

1. Частичная (автокормушка, которая периодически начинает работу через определенное количество времени);
2. Полная (применение автоматизированных систем механизмов);
3. Комплексная (с помощью ЭВМ):
4. Объединение производственных процессов с помощью автоматических систем, включая подготовку и управление производством.

Средства механизации должны иметь оптимальную производительность; не травмировать живую рыбу; иметь максимальную продолжительность эксплуатации; соответствовать правилам техники безопасности; обладать простотой обслуживания; соответствовать целям рыбоводства; иметь невысокую энергоемкость и материалоемкость; иметь небольшие габаритные размеры и массу.

Процессы в аквакультуре начинаются с облова прудов. Именно эта функция важна и именно она должна быть в первую очередь механизирована. Облов должен проводиться в течение максимально короткого времени. Он предполагает наличие концентрации рыбы, подачу к местам сортировки, сортировку по видам и массе, взвешивание, подсчет и транспортировку. В рыболовителях используют сетной концентратор, который более эффективно используется при облове выростных и редко нагульных прудов. Рыбу перегружают либо небольшими контейнерами.

Второй процесс- это сортировка рыбы. Для этой функции на рыбной ферме применяются сортировальные столы. Применимыми в этом процессе механизированными средствами являются цинковые перегружатели и ленточные транспортеры.

Для облова рыбы из прудов используют электровильные установки.

Немаловажно следить за состоянием воды и в концентрации кислорода в ней, так как рыба чувствительна к изменениям в среде обитания. Для создания рыбам благоприятного кислородного режима применяется аэрация воды с помощью разных технических средств.

В процессе аэрации происходит перемешивание воды с полной или частичной ликвидацией температурной, кислородной, химической и другой стратификаций. Усиливается массообмен с атмосферой в воду.

Аэраторы следует располагать в рыбоводных емкостях так, чтобы при их работе не образовывалось застойных зон. При вращении ротора через полый вал аэратора воздух из атмосферы всасывается в зону разряжения, созданную вращающимся ротором, насыщая при этом воду кислородом.

Помимо поддержания нужного уровня кислорода в воде, необходима и очистка воды от микробов и инфекций. Рыба, как правило, чувствительна к заболеваниям, а разносчиками бактерий в основном является водная растительность, поэтому среди различных работ по мелиорации значительное место отводится скашиванию и уборке высшей водной растительности. Такая механизированная система, как камышекосилка предназначена для скашивания водной растительности в естественных и искусственных водоемах глубиной не менее 0,4 м.

Механизация коснулась и кормления рыб. Здесь используют автоматическую кормушку. Кормораздатчик предназначен для дозирования, раздачи гранулированных кормов в пруды с берегов при кормлении рыбы по точкам. Доза корма из бункера подается в трубопровод, где подхватывается воздушным потоком, создаваемым вентилятором, и выбрасывается в пруд.

Таким образом, для решения вопросов механизации и автоматизации в аквакультуре необходимо: сосредоточиться на создании механизированных линий и автоматизированных рыбоводных емкостей; разработать оборудование с автоматическим регулированием параметров среды обитания рыбы; совершенствовать все процессы работы в аквакультуре с начала производства до сортировки готовой продукции и осуществлять повышение знаний в области рыбоводства.

Список использованных источников

1. Аквапоника-технология сельского хозяйства будущего. Белгород: ОГАУ «ИКУ АПК», 2015. 4с;
2. Учебник «Аквакультура», авторы: Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., 2-е издание, перераб., 2020г.;
3. Форум «Рыбные фермы будущего»: <http://biblio.arktifiksh.com>

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ШТАММА *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* B-1895 ПРОТИВ ФЛАВОБАКТЕРИОЗА У РУССКОГО ОСЕТРА И КАРПА КОИ

¹Морозова М.А., ²Горовцов А.В., ³Ольшевская А.В., ³Угрехелидзе Н.Т., ³Золотов С.А.

¹Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии. г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

² Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

³Донской Государственный Технический Университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Антагонистическая активность пробиотических штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* B-1895, *Bacillus subtilis* 945 B-5225 была проверена на изолятах *Flavobacterium psychrophilum* и *Flavobacterium columnare*. Приведены данные по этиологии, патогенезу, подбору антибиотиков и лечению заболеваний с применением пробиотического препарата. Максимальная ингибирующая способность установлена для пробиотического штамма *B. amyloliquefaciens* B-1895.

Ключевые слова. *Flavobacterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, колумнариоз, холодноводный флавобактериоз, пробиотический штамм, русский осетр, карп кои.

THE APPLICATION OF PROBIOTIC STRAIN *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* B-1895 AGAINST FLAVOBACTERIOSIS IN RUSSIAN STURGEON AND CARP KOI

¹Morozova M.A., ²Gorovtsov A.V. ³Olshevskaya A.V., ³Ugrekhelidze N.T., ³Zolotov S.A.

¹Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology. Rostov-on-Don, Russian Federation

² Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

³Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The antagonistic activity of the probiotic strains *Bacillus amyloliquefaciens* B-1895, *Bacillus subtilis* 945 B-5225 was tested on *Flavobacterium psychrophilum* and *Flavobacterium columnare* isolates. The data on etiology, pathogenesis, selection of antibiotics and treatment of diseases with the use of a probiotic preparation are presented. The maximum inhibitory capacity was found for the probiotic strain *B. amyloliquefaciens* B-1895.

Keywords. *Flavobacterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, columnariasis, cold-water flavobacteriosis, probiotic strain, Russian sturgeon, koi carp.

Хотя бактерии р. *Flavobacterium* распространены повсеместно и в пресноводных, и морских водах, некоторые виды признаны серьезными патогенами рыб. Несмотря на почти 100-летние научные исследования, вспышки заболеваний, вызванных флавобактериями, трудно предотвратить и контролировать [1]. Проблемы флавобактериозов связаны с высокой смертностью, значительными экономическими потерями, трудностями при выращивании объектов товарной и природной аквакультуры, трудозатратами на лечение и расходами на антибиотикотерапию.

Известна возрастающая устойчивость *F. psychrophilum* к антибактериальным препаратам, а количество доступных лекарств для лечения флавобактериозов ограничено. Это вызывает потребность в дополнительных официально разрешенных антибиотиках. В то же время существует риск горизонтального переноса генов устойчивости к антибиотикам из среды аквакультуры к человеку, и этот риск связан с интродукцией из среды аквакультуры к человеку непатогенных бактерий, содержащих гены устойчивости к противомикробным препаратам, и последующей передачей таких генов патогенам человека [2].

Пробиотики стали лучшим средством от болезней в аквакультуре среди многих альтернатив. Среди микробов-кандидатов пробиотические штаммы р. *Bacillus* обладают способностью к споруляции, что позволяет им выживать в неблагоприятных условиях. Бациллы повышают иммунный ответ и снижают кормозатраты, играют желаемую роль в поддержании оптимального качества воды и снижении стресса, что может привести к улучшению иммуно-физиологического баланса, лучшему росту и увеличению выживаемости при выращивании [3].

Целью исследований было изучение антагонистической активности пробиотических споровых бактерий разных видов *Bacillus* (*B. amyloliquefaciens* B-1895, *Bacillus subtilis* 945 B-5225) в отношении патогенов рыб - *Flavobacterium psychrophilum*, *Flavobacterium columnare*.

Таблица 1 - Антагонистическая активность *B. subtilis* и *B. amyloliquefaciens* в отношении *F. psychrophilum* и *F. columnare* при применении метода агаровых блоков

Штаммы бактерий-антагонистов	Зоны угнетения роста, мм			
	<i>F. psychrophilum</i>		<i>F. columnare</i>	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
<i>B. amyloliquefaciens</i> B-1895	6,7±0,3	6,9±0,4	5,8±0,3	5,8±0,3
<i>B. subtilis</i> 945 (B-5225)	0	0	1,3±0,4	1,2±0,3

Таким образом, показатель антагонистической активности в отношении патогенных для рыб *Flavobacterium psychrophilum* и *Flavobacterium columnare*, варьировал у тестируемых штаммов пробиотических штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* B-1895 и *Bacillus subtilis* 945 B-5225. Максимальный антагонистический эффект регистрировали для *Bacillus amyloliquefaciens* B-1895. Этот штамм был выбран в качестве пробиотического препарата при лечении холодноводного флавобактериоза и колумнариоза.

По результатам лабораторных исследований лечение холодноводного флавобактериоза у русского осетра проводилось с применением ванн с марганцевокислым калием (2 г/м³ в течение 1 часа), повышением температуры воды в бассейнах и внесением с кормом пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* B-1895. Гибель рыб полностью прекратилась на 4-сутки от начала лечения.

Лечение колумнариоза у карпа кои проводилось путем подмены воды на 25 %, добавления левомицетина и пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* B-1895 с кормом, использования ванн с перманганатом калия, добавления доксициклина в воду, с последующей заменой на препарат Combifix. С самого начала лечения удалось добиться хорошего терапевтического эффекта и сохранить жизнеспособность карпов кои.

Список использованных источников

1. Loch T. P., Faisal M. Emerging flavobacterial infections in fish: a review //Journal of advanced research. – 2015. – V.6. – №. 3. – P. 283-300.
2. FAO. 2005. Responsible Use of Antibiotics in Aquaculture (Ed. Serrano PH), FAO Fisheries Technical Paper 469, FAO, Rome, Italy, pp 98
3. Kuebutornye F. K. A., Abarike E. D., Lu Y. A review on the application of Bacillus as probiotics in aquaculture //Fish & shellfish immunology. – 2019. – V. 87. – P. 820-828.

Исследование выполнено в рамках конкурса ЕАПИ при финансовой поддержке РФФИ, научный проект № 20-516-81004.

СОСТАВ МИКРОФЛОРЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ ИХ ВЫРАЩИВАНИИ В АКВАПОНИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Гридина Т.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена изучению микрофлоры осетровых видов рыб (гибрид стерляди и белуги) при выращивании их в аквапонической установке, совместно с растениями и бактериальным штаммом. Добавление бактериального штамма может оказывать влияние на развитие микрофлоры на поверхности рыбы, приводить к развитию патогенной флоры, а в дальнейшем – к появлению заболеваний. Проведено исследование микрофлоры поверхности рыбы, микробиоты кишечника, жабр. Установлено, что слизистая оболочка желудка осетровых рыб обсеменена разнообразными микроорганизмами. Большая часть микробиоты осетровых представлена кокковидными клетками (51 % от общего количества), коккопалочками (19 %) и палочковидными клетками с закругленными концами (30 %). Видовой состав и численность микрофлоры поверхности рыбы зависит от условий культивации. В посевах были отмечены палочковидные и кокковидные формы клеток, грамположительные по Граму. Микрофлора в пробах была разнообразной, развитие патогенной флоры отмечено не было. Микрофлора соответствовала данным посевов в экспериментах без добавления бактериального штамма. Это свидетельствует о том, что применение бактериального штамма *Serratia ficaria* TP3 безопасно и не оказывает влияние на микрофлору рыбы. Данные факторы позволили сделать вывод, что добавление штамма не оказывает влияние на микрофлору осетровых рыб, развивающихся в аквапонической установке.

Ключевые слова. Аквапоника, осетровые, микрофлора, выращивание, штаммы.

MICROFLORA COMPOSITION IN STURGEON FISH SPECIES CULTIVATED IN AN AQUAPONIC SYSTEM

Gridina T.S.

Federal State Budgetary Institution of Science "Federal Research Centre The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of The Sciences", Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. This article is dedicated to the investigation of the microflora in sturgeon fish species (the hybrid of sterlet and beluga sturgeon), cultivated in the environment of an aquaponic system together with plants and a bacterial strain. The addition of a bacterial strain can affect the development of microflora on the fish exterior, lead to the development of pathogenic flora, and, later on, diseases. The microflora of the fish exterior, intestines and gills has been investigated. It has been established that the mucous lining of the stomach in sturgeon fish species is contaminated with various microorganisms. Most of the microbiota in sturgeons is represented by cocci-shaped cells (51% of the total), coccobacilli (19%) and rod-shaped cells with rounded ends (30%). The species composition and number of microflora on the fish exterior depends on the conditions of cultivation. In the inoculated cultures, rod-shaped and coccoid forms of cells, gram-positive according to Gram, have been recorded. The microflora in the samples was diverse; the development of pathogenic flora was not observed. The microflora corresponded to the inoculation data collected during the experiments without the addition of a bacterial strain. This indicates that the use of the bacterial strain *Serratia ficaria* TP3 is safe and does not affect the microflora of fish. These factors led to the conclusion that the addition of the strain does not affect the microflora of sturgeon species reared in the environment of an aquaponic system.

Keywords. aquaponics, sturgeons, microflora, aquaculture techniques, strains.

Аквапоническая система представляет собой искусственно созданную систему, в которой ключевыми являются три типа живых организмов: рыбы, растения и бактерии.

Добавление в среду микробиологических препаратов, позволяет создать благоприятную среду в аквапонных системах и добиться более высоких урожаев. В аквапонике не используются гербициды и пестициды, что позволяет получать экологически чистые продукты. Однако влияние добавление в

среду микробиологических препаратов не исследовано, что заставляет проводить опыты по изучению микрофлоры рыбы в аквапонической системе.

Состав микрофлоры рыб весьма разнообразен и может зависеть от различных факторов, таких как условия обитания, состояние ила, виды рыб. Значительное влияние оказывает характер водоема и время вылова рыбы [1, 2].

Разнообразные микроорганизмы развиваются на поверхности рыб, попадая через жабры, со слизью.

В ходе выращивания была исследована рыба, выращиваемая в аквапонической установке. Рыбы осетровых пород были обсеменены различными микроорганизмами, которые развиваются в зависимости от содержания органических веществ, аэрации, слабощелочной реакции и воды в установке [3, 4, 5]. В желудочно-кишечном тракте обитают различные микроорганизмы, которые могут привести к развитию инфекции. В ходе исследования было необходимо изучить особенности развития микрофлоры рыбы (гибрид стерляди и белуги) в аквапонической установке при выращивании совместно с растениями при добавлении бактериального штамма. Внесение штамма может оказать различное влияние на развитие микрофлоры, способствовать развитию патогенной флоры, инфекций или же подавить часть собственной микрофлоры рыбы. Поэтому необходимо провести исследования по изучению влияния экспериментального штамма на развитие микрофлоры при совместном выращивании осетровых и растений в аквапонической системе. В ранее проведенных экспериментах установлено, что бактериальный штамм показал положительные результаты при совместном выращивании осетровых рыб и растительных культур [5], поэтому было необходимо проверить действие препарата на состав микрофлоры осетровых видов рыб.

В модульных системах с бассейнами объемом 3,2 м³, при температуре воды 24 ± 1 °С, с содержанием кислорода 5 ± 1 мг/л, рН – 7 ± 1, нитритов – 0,1–0,2 мг/л, аммиака-аммония – 0,5–1 мг/л выращивали гибрид стерляди и белуги. Плотность посадки рыбы в бассейнах для выращивания составила не более 40 кг/м³ в опыте и контроле. Совместно с осетровыми методами аквапоники выращивали зеленый салат сорта «Витаминный» и добавляли бактериальный изолят *Serratia ficaria* TP3. Бактериальный изолят вносили путем обработки растений опрыскиванием, каждые 10 дней с начала эксперимента.

Для исследования были отобраны 30 рыб. Стерильным скальпелем делали соскоб с поверхности тела рыб, полученный материал помещали на твердые питательные среды и растирали шпателем. Соскобы с жабр и поверхности тела, внутренние органы и желудочно-кишечный тракт исследовали методом высева на плотные среды. Методом отпечатков проводили посев на плотные питательные среды, такие как МПА (мясопептонный агар), соблюдая правила асептики. Количество повторений составило 30 шт. Среды разливали в чашки и делили на сектора. Инкубация проходила в термостате при температуре в 26 °С. Определение в посевах аэробных и анаэробных форм клеток основано на одновременном их выращивании на плотных питательных средах в чашках Петри, герметично закрытых после посева. Вначале кислород поглощается растущими аэробами, а затем начинается рост анаэробов. Подсчет производят по видимым признакам.

Для проведения посевов разведенной суспензии из кишечника осетровых рыб в 30 повторностях на плотные питательные среды брали после вскрытия, используя метод разведений. Определение количества микроорганизмов методом предельных разведений включает приготовление разведений, посев в жидкую среду, регистрацию наличия или отсутствия роста после инкубации и расчет наиболее вероятного числа клеток в единице объема исходного субстрата. Разведения исходной суспензии готовят так же, как и для чашечного метода. В 9 мл дистиллированной воды добавляли 1 мл суспензии. Питательную среду предварительно разливали в чашки Петри и стерилизовали. Посев проводили из каждого разведения или из четырех-пяти последних, причем каждое разведение высевали в 3-5 параллельных пробирок. Количество посевного материала было везде одинаково и составляло 1 мл. Засеянные пробирки помещали в термостат. Время инкубации варьировало от 3 до 10 суток и зависело от скорости роста микроорганизмов, численность которых определяли. Посев проводили с разведениями 10⁻³, 10⁻⁵ и цельной пробой на мясопептонный агар. После инкубации в термостате при температуре в 26 °С делали подсчет выросших колоний клеток. До добавления в систему бактериального изолята и по окончании исследования делали мазки из слизи поверхности тела, участков жабр, а также мазки-отпечатки из внутренних органов, окрашивая их по Граму. Применение сложного метода окрашивания предполагает использование как минимум двух красителей со стадией отмывки между ними. Обесцвечивание проводили водой. В зависимости от строения клеточной стенки бактерии разделялись на две группы (грамположительные и грамотрицательные). Определение мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов проводили при помощи высева разведений навески продукта в жидкую питательную среду, инкубирования посевов, учета видимых признаков роста микроорганизмов, пересеве, при необходимости культуральной жидкости на агаризованные питательные среды для подтверждения роста микроорганизмов, подсчете их

количества. Проводили исследования разведений с поверхности рыбы и с последующим высевом их на твердые питательные среды. Идентификация микроорганизмов до рода проводили при помощи определителя Берджи. Микроскопирование мазков осуществляли с помощью микроскопа и видеоокуляра. Для статистической обработки всех полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel. Статистическую обработку результатов исследования проводили, используя критерий Стьюдента. Достоверно значимыми считались изменения при $p \leq 0,95$.

Состав микромиры кишечника, внутренних органов, крови и мышц осетровых рыб может претерпевать изменения из-за воздействия различных факторов [5]. При развитии заболеваний микрофлора может увеличиваться, что существенно отражается при высевах посевов на плотные питательные среды.

Таблица 1 – Микрофлора гибрида стерлядь x белуга из кишечника до применения бактериального изолята и после

Отделы кишечника	Передний		Средний		Задний	
	До	После	До	После	До	После
Обработка бактериальным штаммом						
Аэробные клетки	6×10^7	$5,8 \times 10^7$	$2,2 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	$1,9 \times 10^2$	$1,82 \times 10^2$
Анаэробные	$4,2 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$	$1,54 \times 10^4$	$1,8 \times 10^2$	$1,83 \times 10^2$

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что существенного воздействия на развитие микрофлоры в трех отделах кишечника гибрида стерляди и белуги не отмечается. В посевах наблюдается примерно одинаковая общая численность клеток.

При исследовании мазков были обнаружены палочковидные и кокковидные формы клеток, грамположительные по Граму. Возможно, не все микроорганизмы были высеяны на среду МПА [7, 8]. Согласно литературным данным, у осетровых рыб общее микробное число клеток микроорганизмов варьирует от 10⁸ до 10¹² г/мл смыва.

Предположительно, доминирующими в кишечнике осетровых рыб явились виды рода *Vibro*, *Aeromonas* и *Edwardsiella*.

Результаты микрофлоры русского осетра представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Микрофлора кишечника русского осетра в трех разведениях

Отделы кишечника	Передний, 10-3		Средний, 10-8		Цельная проба 10-12	
	До	После	До	После	До	После
Обработка бактериальным штаммом						
Аэробные клетки	2,9	2,7	3,2	3,3	9,2	8,2
Анаэробные	1,8	1,7	1,9	1,2	11,2	13,2

Из таблицы 2 можно заключить, что до и после обработки бактериальным штаммом наблюдается развитие бактериальных клеток в трех разведениях приблизительно одинакового общего количества. В разведении 10-8 численность анаэробных клеток снижается после обработки бактериальным штаммом. В цельной пробе численность аэробных клеток после обработки чуть увеличивается и возрастает численность анаэробных клеток на 17 %. Во всех посевах были отмечены палочковидные и кокковидные формы клеток, грамположительные по Граму. Предположительно, доминирующими в кишечнике осетровых рыб явились виды рода *Vibro*, *Aeromonas* и *Edwardsiella*.

Также встречались единичные клетки представителей родов *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*.

Морфологические (рис. 1) и культуральные свойства выделенных микроорганизмов представлены в таблице 3. Отмечено, что слизистая оболочка желудка осетровых рыб обсеменена

разнообразными микроорганизмами. В более глубоких слоях (микроворсинках) количество бактерий будет значительно выше, чем в верхних слоях.

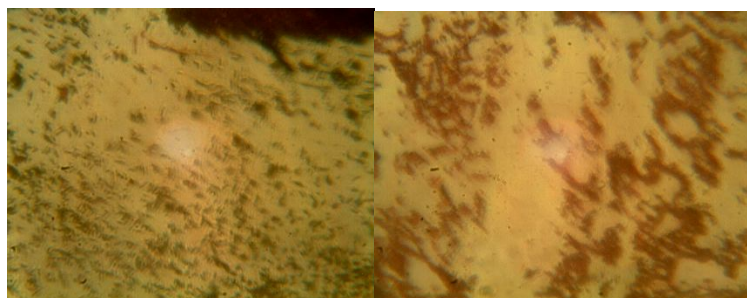


Рисунок 1 – Микроскопические данные мазков грамположительных палочек окрашенных по Граму (увеличенный в 40 раз)

Количество микротрихий на 1 мм² первого отдела составляло 9,2-2,9 млн. Численность бактериальных клеток, наиболее часто встречающихся в первом отделе, составляет 3,2*10⁸, во втором отделе и третьем отделе – 1,9*10⁵ и 3,7*10³, соответственно.

Большинство бактерий сосредоточены отдельно, однако встречаются ярко выраженные конгломераты, образующие микроколонии. Большая часть представлена кокковидными клетками (51 % от общего количества), коккопалочками (19 %) и палочковидными клетками с закругленными концами (30 %). Эти бактерии прикреплены к микротрихиям.

Изучение поверхности тела осетровых рыб также проводили методом отпечатков и смыва. Поверхностный слой рыб может меняться постоянно и зависит от условий культивирования рыб. Основное место обитания микроорганизмов – слизь и жабры. Любые поверхностные нарушения рыб приводят к развитию патогенной микрофлоры.

Видовой состав и численность микрофлоры поверхности рыбы зависит от условий культивирования. Регулярная микрофлора формируется постепенно и требует времени на формирование. Высев микроорганизмов производили на среды МПА, соблюдая основные правила асептики. Использован метод отпечатков. Среды разливали в чашки Петри и делили на четыре сектора. По окончании инкубации чашек в термостате при температуре в 26 °С производили подсчет клеток микроорганизмов.

Таблица 3 – Численность аэробных и анаэробных клеток на жабрах и поверхности рыб

Тип клеток	Жабры		Поверхность рыбы	
	До	После	До	После
Обработка бактериальным штаммом				
Аэробные	1,9×10 ²	1,82×10 ²	1,9×10 ³	1,67×10 ³
Анаэробные	3,7×10 ⁷	4,5×10 ⁷	5,4×10 ⁷	4,7×10 ⁷

Из таблицы 3 можно заключить, что на жабрах рыб численность анаэробных и аэробных форм клеток до и после применения бактериального изолята примерно одинаковая. Незначительно возрастает количество анаэробных клеток. На поверхности рыб численность остается примерно одинаковой и составляет 5,4×10⁷ и 4,7×10⁷ анаэробных клеток. В посевах были отмечены палочковидные и кокковидные формы клеток, грамположительные по Граму. Предположительно, доминирующими в кишечнике осетровых рыб явились виды рода *Vibro*, *Aeromonas* и *Edwardsiella*. Также встречались единичные клетки представителей родов *Escherihia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Staphilococcus*, *Trichococcus*, *Aquaspirillum fasciculus*, *Pseudomonas*.

Изучение морфологических и культуральных свойств выделенных микроорганизмов с поверхности жабр осетровых рыб показало, что микрофлора разнообразна и представлена грамположительными и грамотрицательными палочками.

В посевах были отмечены палочковидные и кокковидные формы клеток, грамположительные по Граму. Предположительно, доминирующими в кишечнике осетровых рыб явились виды рода *Vibro*,

Aeromonas и *Edwardsiella*. Также встречались представители единичные клетки родов *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Trichococcus*, *Aquaspirillum fasciculus*

Данная работа показывает, что добавление бактериального штамма не оказывает влияние на развитие микрофлоры осетровых рыб, что позволяет использовать изолят *Serratia ficaria* ТРЗ при выращивании растений и осетровых рыб в аквапонической установки. В ходе исследований было обнаружено, что слизистая оболочка желудка осетровых рыб обсеменена разнообразными микроорганизмами. В более глубоких слоях (микроворсинках) количество бактерий будет значительно выше, чем в верхних слоях.

Количество микротрихий на 1 мм² первого отдела составляло 9,2-2,9 млн. Численность бактериальных клеток, наиболее часто встречающихся в первом отделе, составляет $3,2 \cdot 10^8$, во втором отделе и третьем отделе – $1,9 \cdot 10^5$ и $3,7 \cdot 10^3$, соответственно.

Большинство бактерий сосредоточены отдельно, однако встречаются ярко выраженные конгломераты, образующие микроколонии. Большая часть представлена коккивидными клетками (51 % от общего количества), коккопалочками (19%) и палочковидные клетки с закругленными концами (30%). Видовой состав и численность микрофлоры поверхности рыб зависит от условий культивирования. В посевах были отмечены палочковидные и кокковидные формы клеток, грамположительные по Грамму. Предположительно, доминирующими в кишечнике осетровых рыб явились виды микроорганизмов родов *Vibro*, *Aeromonas* и *Edwardsiella*. Также встречались единичные клетки представителей микроорганизмов родов *Escherihia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Trichococcus*, *Aquaspirillum fasciculus*, *Staphylococcus*. Высев микроорганизмов с поверхности рыб производили на среды МПА, соблюдая основные правила асептики. При исследовании метода отпечатков отмечены палочковидные и кокковидные формы клеток, грамположительные по Граму. Микрофлора в пробах была разнообразной. Микрофлора в посевах соответствовала полученным данным без добавления бактериального изолята. Применение бактериального изолята *Serratia ficaria* ТРЗ безопасно и существенно не влияет на изменение микрофлоры рыб.

Список использованных источников

1. Воронина М.В. Использование методов гидропоники в сельском хозяйстве // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по матер. XII Всерос. конф. молодых ученых (г. Краснодар, 5–8 февраля 2019 г.) / Под ред. А.Г. Кощаева. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, 2019. С. 219–220.
2. Евграфова Е.М., Лагуткина Л.Ю., Кузьмина Е.Г. Перспектива использования линя и австралийского рака в суперэффективных системах — аквапонике // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2019. № 9 (164). С. 62–71.
3. Гинаятов, Н.С. Идентификация возбудителя инфекционной патологии осетровых рыб в условиях УЗВ / Н.С. Гинаятов, И.Н. Залялов, Г.Г. Абсатиров // Материалы международной научной конференции «Современные проблемы ветеринарной и аграрной науки и образования», посвященной 150-летию образования Государственной ветеринарной службы России, 2016. – С.42-45.
4. Гинаятов, Н.С. Микробный пейзаж в УЗВ и их чувствительность к антибиотикам in vitro / Н.С. Гинаятов, Г.Г. Абсатиров, Б.Т. Сариев // Материалы международной научно-практической конференции «Наука и образование XXI века: опыт и перспективы», – Уралск: РИО ЗКАТУ им. Жангир хана, 2015, – С. 111-114.
5. Данилова А.А., Юрина Н.А., Юрин Д.А., Максим Е.А. Аквапоника как перспективное направление сельского хозяйства // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ялта, 9–13 сентября 2019 г.) / Под ред. В.С. Паштецкого. Симферополь: Изд-во Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крыма, Ариал, 2019. С. 36–37.

ПРОБЛЕМЫ РЫБОЛОВСТВА И АКВАКУЛЬТУРЫ РЕСПУБЛИКИ ЭФИОПИЯ

¹Михайлова Г.С., ^{2,3}Пономарева Е.Н., ²Фирсова А.В.

¹Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация

²Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

³Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Быстрый рост численности населения Эфиопии на фоне сложных условий ведения сельского хозяйства, обуславливает необходимость развития передовых методов рационального использования природных рыбных ресурсов и технологий для их восстановления в естественной среде обитания. Это позволит получать дополнительную товарную продукцию высокого качества. В работе был проведен анализ существующих национальных и региональных мер политики и стратегии в секторе рыболовства и аквакультуры Эфиопии, определена возможность воспроизводства ихтиофауны методами аквакультуры для восстановления биологических ресурсов водоемов страны и сезонного регулирования рыболовства в Эфиопии. Потенциал сектора рыбного хозяйства в Эфиопии имеет низкую производительность, его развитие состоит в последовательном расширении возможности развития аквакультурных хозяйств по разведению объектов для получения добавленной стоимости, то есть продукции, которая будет способствовать диверсификации возможностей обеспечения средств к существованию и укреплять растущий внутренний спрос на качественную рыбную продукцию.

Ключевые слова. Аквакультура, рыболовство, Эфиопия, ихтиофауна, рыбные ресурсы.

PROBLEMS OF FISHERIES AND AQUACULTURE IN THE REPUBLIC OF ETHIOPIA

¹Mihailova G.S., ^{2,3}Ponomareva E.N., ²Firsova A.V.

¹Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation

²Federal research Centre the Southern scientific Centre of the Russian academy of sciences,
Rostov-on-Don, Russian Federation

³Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The rapid growth in the population of Ethiopia against the background of difficult agricultural conditions necessitates the development of advanced methods of using natural resources of fish resources and technologies for their restoration in their natural habitat. This will allow selling additional high quality commercial products. The paper analyzed national and regional policies and strategies in the economic and aquaculture sector of Ethiopia, identified the possibility of reproduction of ichthyofauna using aquaculture methods to restore the biological resources of the country's water bodies and seasonal regulation of fisheries in Ethiopia. The potential of the fisheries sector in Ethiopia has its productivity, its product development in consistently expanding the development capacity of aquaculture facilities to achieve added value for production, which will diversify livelihood opportunities and strengthen the growing domestic demand for quality fish products.

Keywords. Aquaculture, fisheries, Ethiopia, fish fauna, fish resources.

В 2018 году МВФ (Международный валютный фонд) назвал Эфиопию самой быстроразвивающейся экономикой Африки. В Эфиопии также находятся штаб-квартиры таких структур, как Африканский союз и Экономическая комиссия ООН для Африки. ВВП Эфиопии, по данным МВФ, в 2018 году составил 79,7 миллиарда долларов, доходы на душу населения – 850 долларов.

И все же на этом фоне население Эфиопии, которое составляет около 100 млн чел., испытывает острый дефицит в белковой пищевой продукции, потребление рыбы на душу населения составляет около 2 кг.

Федеративная Демократическая Республика Эфиопия - одна из крупнейших, не имеющих выхода к морю, стран Африки, и вторая по численности населения. В настоящее время население Эфиопии составляет 109330281 человек, с плотностью населения 110 человек на км² (Анализ по доступу сельскохозяйственной продукции..., 2020).

Предполагаемый оценочный спрос на рыбную продукцию в Эфиопии составляет 118000 тонн в год. Однако текущий годовой объем вылова рыбы составляет всего 51481 тонну, а потребление на душу населения является одним из самых низких в мире - 300 г в год, что составляет менее 0,1% от общего потребления белка.

Несмотря на то, что после отделения Эритреи в 1993 году и, как следствие, утраты выхода к морю, Эфиопия имеет только внутренние пресноводные водоемы, рыбная промышленность в Эфиопии имеет большие перспективы. Внутренние водные ресурсы Эфиопии составляют около 7 400 км² озер, 7 000 км общей протяженности рек, а также 275 км² малых водоемов. В большинстве из вышеуказанных водоемов традиционно ведется рыбный промысел (Huisman, Machiels, 1998). Ихтиофауна Эфиопии отличается большим разнообразием. Всего насчитывается более 150 видов рыб, принадлежащих к 55 родам, входящих в 23 семейства (Голубцов, 2003; Golubtsov, Mina, 2003). Наибольшее видовое разнообразие рыб зарегистрировано в бассейне р. Баро. Чуть меньшим разнообразием отличаются бассейны Голубого Нила, рек Вабишебеле, Омо и Гибе. Более сорока эфиопских видов рыб считаются эндемичными и/или включены МСОП в список видов, находящихся под угрозой исчезновения. Однако лишь немногие виды рыб, обитающие в эфиопских водоемах, имеют высокую коммерческую ценность и составляют основную часть уловов. К ним относятся: нильская тилапия *Oreochromis niloticus*, нильский окунь *Lates niloticus*, африканский клариевый сом *Carias gariepinus*, а также некоторые виды карповых рыб - крупные африканские усачи р. *Labeobarbus* и лабео р. *Labeo* (Shewit et al., 2017; Getahun et al., 2008). В последнее время основным компонентом рыбной продукции является нильская тилапия, составляющая около 80% годового вылова. Нильский окунь является востребованным на местном рынке видом, но в настоящее время страдает от переувлова. Африканский сом и африканские крупные усачи составляют вторую группу в выловах с точки зрения спроса и объемов добычи (Shitaw et al., 2018). Другие виды рыб – прилов, в состав которого входят виды, не обладающие высокой коммерческой ценностью.

Исследования были проведены в рамках проекта ЮНИДО «Создание технического и институционального потенциала для увеличения производства и развития цепочки добавленной стоимости в сфере аквакультуры и рыболовства в Эфиопии». Целью исследований явилось определить основные проблемы и перспективы развития аквакультуры и рыболовства в республике Эфиопия.

Слаборазвитая аквакультура и слабое управление озерными экосистемами являются одними из основных проблем устойчивого развития коммерческого рыболовства. В настоящее время аквакультура в Эфиопии находится на начальной стадии своего развития. Исторически, создание станции рыбоводства в Себете (SFCS), расположенной недалеко от Аддис-Абебы в 1975 году, можно рассматривать как начало государственной программы развития аквакультуры в стране. Как результат деятельности SFCS, по всей стране было построено множество небольших прудов для разведения рыбы в сельской местности, где в основном содержалась нильская тилапия. Молодь тилапии отлавливали в основном в естественных популяциях. Такая практика остается преобладающей и в наши дни (Wakjira et al., 2013). Несмотря на последующее создание многочисленных научных центров, занимающихся аквакультурными исследованиями в различных регионах страны, в целом, аквакультура в Эфиопии продолжает оставаться на очень низком уровне развития из-за отсутствия широкой поддержки официальных структур, специализированного обучения, нехватки опыта, недостатка в посадочном материале и целевого финансирования, слабого исследовательского и институционального потенциалов и т. д.

Здоровая устойчивая водная экосистема является необходимым условием развития аквакультуры и коммерческого рыболовства. В настоящее время все водоемы в Эфиопии испытывают стресс от ряда факторов: чрезмерная эксплуатация, антропогенное загрязнение, строительство плотин, деградация окружающих земель, биоинвазии, изменения климата и т.д. (Vijverberg et al., 2012; Gordon et al., 2007). Все эти факторы приводят к резкому снижению биоразнообразия и быстрой эвтрофикации водных экосистем. Поэтому актуальной задачей управления водными экосистемами в Эфиопии является охрана и восстановление водоемов, в первую очередь озер как наиболее важных объектов рыболовства и аквакультуры. Развитие такого управления подразумевает использование целого ряда подходов и методов, что невозможно без глубокого знания физических, химических, гидрологических и биологических особенностей каждого водоема и создания программ постоянного мониторинга.

Рыбоводство представляет интерес, как для федерального, так и для регионального правительства. Эфиопское правительство определило аквакультуру в качестве одного из стратегических направлений деятельности по решению проблемы продовольственной безопасности и отсутствия нищеты в сельских районах, считается важным видом экономической деятельности, способствующим расширению ассортимента, интеграции и улучшению условий жизни в сельских районах.

Рыба имеет особое значение для продовольственной безопасности, так как большая часть пойманной рыбы будет потребляться внутри страны в основном местными общинами. Рыбаки продают

свой улов на местных рынках после удовлетворения потребностей своих семей. Рыба является самым дешевым источником белкового питания среди местных общин, она доступна для людей в течение всего года, в периоды сухого сезона или дефицита других источников белка.

Рыболовство широко представлено в большинстве внутренних водоемов страны. На протяжении последних шестидесяти лет продукция рыболовства в Эфиопии резко увеличилась с 8.300 тон в 1960 г. до 50.199 тон в 2014 г. На сегодняшний день потенциал рыболовства на внутренних водоемах Эфиопии составляет около 51.481 тонн в год. Коммерческое рыболовство сосредоточено в основном на озерах и водохранилищах (рис. 1): в озерах Чамо и Абая, расположенных в Южной Эфиопии; водохранилище Кока и озере Зивай - в Центральной Эфиопии; и в озере Тана, находящемся на Северо-Западе страны. Эти водоемы обеспечивают около 24 100 тонн рыбной продукции, что составляет 65-70% от общего вылова Эфиопии (Gordon et al., 2007).

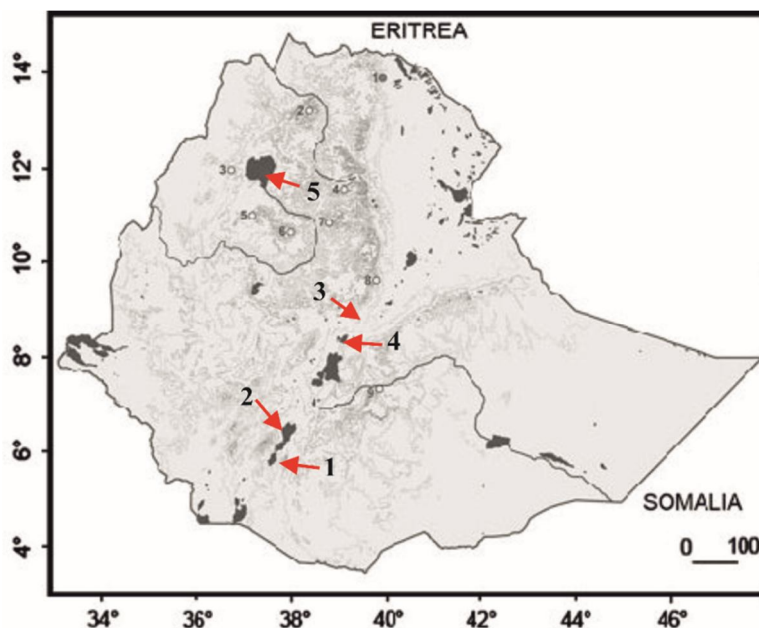


Рисунок 1 - Основные водоемы, обеспечивающие рыболовство на Эфиопии. 1. Озеро Чамо, 2. Озеро Абая, 3. Озеро Зивай, 4. Водохранилище Кока и 5. Озеро Тана

Предполагаемый потенциальный вылов рыб в большинстве эфиопских озер значительно выше существующего. Из-за серьезного антропогенного давления все вышеописанные озера, за исключением водохранилища Кока, следует рассматривать как уязвимые водные экосистемы. Согласно A.Tesfahun (2018), «в настоящее время основной проблемой рыболовства в эфиопских озерах являются рыбаки». Преобладающим фактором, влияющим на состояние популяций озерной рыбы, является чрезмерный вылов, вызванный развитием моторизованного рыболовства и повсеместным применением мелкочейстных сетей, что позволяет отлавливать больше рыбы, как половозрелой, так и молоди, и отрицательно влияет на естественные запасы. Кроме того, на состояние озер сильно влияют и другие антропогенные факторы. К ним относятся строительство плотин и ирригация с последующими гидрологическими изменениями и потерей нерестовых участков на реках, вырубка лесов, химическое загрязнение, деградация водно-болотных угодий и т. д. Кроме того, отрицательное воздействие оказывает изменение климата. Таким образом, современный промысел рыб в Эфиопии требует внедрения разумного управления водными экосистемами и применения новых технических подходов и методов. Мы полагаем, что единственным эффективным решением для рыбопромышленного комплекса Эфиопии является развитие аквакультуры.

После совершенной поездки к местам промысла была выявлена крайняя отсталость местных рыбаков в оснащении современными орудиями лова и плавательными средствами. Рыбаки перемещаются по озеру, в подавляющем большинстве, на папирусных лодках. Также наблюдается зависимость рыбаков от иностранных поставщиков современных сетематериалов, в основном каждый рыбак обеспечивает себя орудиями лова сам. Сети изготавливают вручную.

Состояние рыболовства требует его перестройки с учетом разработки стратегии в области использования водных биоресурсов; внесения изменений в законодательство; разработки нормативных актов и планирования сезонного вылова; развития маломасштабного рыболовства на основе планирования, регулирования без ущерба запасам водоемов страны (Lamb et al., 2007). Для налаживания промышленного рыболовства необходимо обеспечить рыбаков современными орудиями

лова и транспортными средствами, способными безопасно, быстро и максимально эффективно применяться при ловле местной рыбы и транспортировке ее до пункта приема.

Список использованных источников

1. Анализ по доступу сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия государств – членов ЕАЭС на рынки отдельных стран Африки // Департамент агропромышленной политики. – Москва, 2020. – 55 с.
2. Голубцов А.С. Рыбы Эфиопии: распространение, систематика, эволюция. Дисс. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук в виде науч. докл. М.: Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, 2003. - 58 с.
3. Huisman E.A., Machiels M.A.M. Biology and Management of Fish Stocks in Bahir Dar Gulf, Lake Tana, Ethiopia. Prof.dr. // Wudneh, Tesfaye WAU, 1998. - 144 p.
4. Getahun A., Dejen E., Anteneh W. Fishery studies of Ribb River, Lake Tana basin, Ethiopia // A report submitted to World Bank, 2008. – Vol.1573. - P. 116.
5. Golubtsov A.S., Mina M.V. Fish species diversity in the main drainage systems of Ethiopia: Current state of knowledge and research perspectives. Ethiopian Journal of Natural Resources, 2003. -№ 5 (2). – P.281-318.
6. Gordon A, Sewmehon Demissie Tegegne and Melaku Tadesse. Marketing systems for fish from Lake Tana, Ethiopia: Opportunities for improved marketing and livelihoods. IPMS (Improving Productivity and Market Success) of Ethiopian Farmers Project Working Paper 2. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 2007. - 49 pp.
7. Lamb H. F., Bates C. R., Coombes P.V. Late Pleistocene dessication of Lake Tana, source of the Blue Nile. // Quaternary Research. 2007. 26. P. 287–299.
8. Shewit G. Effect of large weirs on abundance and diversity of migratory Labeobarbus species in tributaries of Lake Tana, Ethiopia / G. Shewit, A. Getahun, W. Anteneh, B. Gedif, B. Gashu, B. Tefera, Z. Berhanie, D. Alemaw. // African Journal of Aquatic Science, 2017. – Vol. 42(4). - P. 367-373.
9. Shitaw T., S.G. Medehin, Anteneh W. Spatio-temporal distribution of Labeobarbus species in Lake Tana. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 2018. - Vol. 6(2). - P. 562-570.
10. Tesfahun, W. Tef Yield Response to NPS Fertilizer and Methods of Sowing in East Shewa, Ethiopia. Journal of Agricultural Sciences, 2018. – 13 (2). – P. 162-173.
11. Tewabe D. Status of Lake Tana Commercial Fishery, Ethiopia. International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences, 2015. -№ 1. – P. 012-020.
12. Vijverberg J., Dejen Eshete, Getahun Abebe, Nagelkerke Leopold. The composition of fish communities of nine Ethiopian lakes along a north-south gradient: Threats and possible solutions. Animal Biology, 2012.- Vol. 62. - P.315-335.
13. Wakjira, Mulugeta & Tolemariam, T & Kim, Jeong Dae & R Kim, K. Aquaculture Development in Ethiopia: Review on Potential and Strategy. Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences. (2013). 2525. 20-25.

К ИЗУЧЕНИЮ ЗАРАЖЕННОСТИ БЫЧКА-СИРМАНА, *PONTICOLA SYRMAN*, ЛИЧИНКАМИ НЕМАТОДЫ *EUSTRONGYLIDES EXCISUS* В ДЕЛЬТЕ РЕКИ ДОН

¹Казарникова А.В., ^{1,2}Степанова Ю.В.

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

²Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Представлены данные по зараженности бычка-сирмана, *Ponticola syрман* (Nordmann, 1840), нематодой *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909 в дельте р. Дон по результатам паразитологического исследования 25 экз. рыб в весенний период 2021 г. Проанализированы опубликованные данные по жизненному циклу, паразитарной системе и экологии паразита. Отмечена потенциальная опасность нематоды для здоровья людей.

Ключевые слова. Бычок-сирман, дельта реки Дон, зараженность, эустронгилиды.

TO THE STUDY OF SYRMAN GOBY, *PONTICOLA SYRMAN*, INFECTION BY NEMATODA, *EUSTRONGYLIDES EXCISUS*, IN THE DON RIVER DELTA

¹Kazarnikova A.V., ^{1,2}Stepanova Y.V.

¹The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation

²Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The data on the infestation of the *Syрман goby*, *Ponticola syрман* (Nordmann, 1840), with the nematode *Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909 in the Don River delta based on the results of a parasitological study of 25 fish specimens in the spring of 2021 are presented. Data on the life cycle, parasitic system and ecology of the parasite are analyzed. Potential danger of the nematode to human health was noted.

Keywords. Sirman goby, the Don River delta, infestation, eustrongylids.

В настоящее время Азово-Черноморское течение играет особую роль в формировании экосистемы Азовского моря. В период с 2009 по 2019 г. средний показатель солености воды в данном водоеме увеличился на 3,3 ‰ [14]. Компенсирующие потоки могут возникать вследствие дефицита речной воды, что связано с нарушением естественного режима речного стока и его уменьшением, по причине перекрытия долины Дона Цимлянкой плотиной в 1952 г. Под воздействием сильной сгонно-нагонной циркуляции отток воды из дельты и взморья критичен. В этой связи меняется структура ихтиоценов Азовского моря, Таганрогского залива и дельты Дона [8]. В настоящее время в Азовском море основу промысловых уловов формируют короткоцикловые морские и солоноватоводные виды рыб [13].

Эпизоотологическая ситуация в Азовском бассейне во многом зависит от гидролого-гидрохимических факторов, которые могут влиять как на видовое разнообразие паразитов, так и на их численность. В этой связи особый интерес представляет изучение паразитов, потенциально опасных для здоровья человека.

Eustrongylides excisus Jägerskiöld, 1909 является представителем семейства *Dioctophymatoidea*, класса *Nematoda*. К отличительным признакам относится тело нитевидной формы красноватого цвета с заостренными концами. Максимальная длина тела – 135 мм, минимальная – 4 мм. Ширина может достигать до 3,0 мм. Ротовое отверстие окружено 12 папиллами, расположенных в двух кругах по 6 папилл в каждом. При этом, папиллы внешнего круга больше таковых наружного круга либо равны им.

Половая трубка у личинки-самца на всем протяжении одинакового диаметра. Она направлена вперед от места прикрепления семенника, а затем поворачивает в сторону заднего конца тела и впадает в клоаку. Половая система личинки-самки состоит из трубки равного диаметра длиной около 1/3 длины всего тела, которая расположена в задней части тела. Она берет начало от яичников, тянется к головному концу, после делает петлю и направляется в сторону заднего конца тела [9,12].

Среди множества видов рыб – промежуточных хозяев *Eustrongylides excisus*, представители сем. Бычковых (*Gobiidae*) обладают особой значимостью в реализации жизненного цикла нематоды. На

территории Ростовской области данный вид был отмечен в нижнем течении р. Дон, Таганрогском заливе и Азовском море, включая лиманы [1,3,6,7].

Цикл развития *E. excisus* гетероксенный т.е. происходит со сменой хозяев и происходит по следующей схеме: Первая личиночная стадия развивается внутри яйца, во внешнюю среду выходит с выделениями инфицированной птицы. Из воды яйца попадают в первых промежуточных хозяев – олигохет, в которых личинки развиваются до II стадии. Затем, после поглощения червей вторыми промежуточными хозяевами – рыбами-бентофагами, личинки на III стадии проникают во внутреннюю полость, где инкапсулируются на серозных покровах стенки тела, поверхности и/или ткани внутренних органов и мускулатуре, и переходят на IV личиночную стадию. Паратеническими хозяевами эустронгилид служат хищные рыбы, некоторые рептилии и амфибии. Дефинитивными хозяевами являются водоплавающие хищные птицы таких семейств как Баклановые (Phalacrocoracidae), Утиные (Anatidae) и Цаплевые (Ardeidae). У них личинки нематоды локализируются в стенке железистого желудка или кишечника, что способствует развитию гранулематозного воспаления, и становятся половозрелыми [5,9,15].

Несмотря на небольшое число случаев эустронгилидоза у человека, люди могут участвовать в жизненном цикле как случайные хозяева, употребив в пищу сырую, либо прошедшую недостаточную термическую обработку рыбу [11,15-18].

Цель данного исследования – изучить распространение паразита среди бычка-сирмана в условиях осолонения Азовского моря в дельте р. Дон.

Материалы и методы. Материалом для данной работы послужило исследование бычка-сирмана, *Ponticola surman* (Nordmann, 1840), проведенное в дельте р. Дон (проток Свиное Гирло) весной 2021 г. Методом клинического осмотра и патологоанатомического вскрытия было обследовано 25 экз. рыб (L= 16,2±0,44 см, l=19,7±0,56 см, P=91,0±7,43 г). Дальнейший паразитологический анализ рыб на зараженность *E. excisus* проводили согласно методам общепринятым в паразитологии [2,10].

Оценку зараженности исследуемых рыб проводили с использованием общепринятых показателей: экстенсивности инвазии (ЭИ) – доля зараженных рыб в выборке, %; интенсивности инвазии (ИИ) – количество паразитов определенного вида в отдельной зараженной рыбе, %; средней интенсивности инвазии (ИИср.) – общее число паразитов одного вида, деленное на количество зараженных особей-хозяев определенного вида, экз.; индекса обилия (ИО) – число паразитов, приходящееся на одну особь в изученной пробе хозяина, экз.

Полученные данные были обработаны статистически с использованием программного пакета MS Excel.2007.

Результаты и обсуждение. Личинки *E. excisus* имели красную или красно-бурую окраску. У бычка-сирмана нематоды были отмечены в полости тела, на брыжейке кишечника и в печени. После вылова рыб паразиты часто мигрировали через мускулатуру к поверхности тела. Патогенное действие паразита проявлялось в образовании гнойных нарывов в местах локализации, язв в мускулатуре и мозаичной окраске печени.

Частота встречаемости *E. excisus* среди бычков-сирманов в 2021 году составила 96% и характеризовалась высокими показателями инвазии (ИИ=1-37 экз., ИИср.=7,9±1,75 экз., ИО=7,6±1,72 экз.), что в 1,5-6 раз превышает значения предыдущих лет.

С 2009 г. бычки (кругляк, сирман, песочник) являются основными носителями инвазии *E. excisus* в Азовском бассейне [4]. Это подтверждается как частотой встречаемости паразита среди названных видов, достигающей в отдельные годы 100%, так и средней интенсивностью заражения с наиболее высокими показателями 9,5 экз. В 2009-2020 гг. частота встречаемости нематод среди бычка-кругляка составила 46,7-100%, бычка-сирмана 40-53,3 %, бычка-песочника 26,7-33,3%. Уровень средней интенсивности инвазии (по убыванию) был наиболее высоким у бычка-песочника 2,0-9,0 экз., бычка-кругляка 1,7-9,5 экз. и бычка-сирмана 1,3-5,5 экз. Кроме бычков паразита регистрировали у судака, леща, тарани, рыбца и карася.

Одним из факторов, определяющих уровень заражения рыб *E. excisus*, является присутствие в их кормовом рационе олигохет – первых промежуточных хозяев паразита. Другим – численность окончательных хозяев – рыбоядных птиц.

При высокой численности паразита рыбы отстают в развитии. Проникая в ткани рыб, нематоды оказывают механическое и токсическое воздействие, проявляя при этом высокую патогенность. Даже при невысокой численности заражения у рыб развивалась лимфопения и в 3 раза увеличивалось количество нейтрофилов [19].

E. excisus можно отнести к паразитам, потенциально-опасным для человека, так как в некоторых случаях хозяевами паразита могут быть люди. С 1982 г. публикуются работы, сообщающие о заражении людей эустронгилидами, в которых описаны вызванные паразитами заболевания желудочно-кишечного тракта (гастрит и перфорация кишечника) и кожных покровов нижних конечностей [11,15-18].

Список использованных источников

1. Бортников Е.С., Стрижакова Т.В., Шевкоплясова Н.Н. Данные по зараженности промысловых рыб Азовского бассейна нематодой *Eustrongylides excisus* // Современные вопросы экологического мониторинга водных и наземных экосистем: материалы Международной научной конференции молодых ученых, 26-29 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ». Изд-во: ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. С. 20-26.
2. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л.: «Наука», Ленинградское отд., 1985. 123 с.
3. Гаевская А.В. Паразиты и болезни рыб Чёрного и Азовского морей: I – морские, солоноватоводные и проходные рыбы. Севастополь: ЭкоСи-Гидрофизика, 2012. 380 с.
4. Казарникова А.В. Анализ эпизоотического состояния рыб дельты Дона и Восточной части Таганрогского залива в современных условиях // Наука Юга России. 2021. Т. 17. № 1. С. 97-108.
5. Карманова Е.М. Диктофимидеи животных и человека и вызываемые ими заболевания. Основы нематодологии. Т. 20. М.: «Наука», 1968. 262 с.
6. Корнийчук Ю.М., Пронькина Н.В., Белофастова И.П. Фауна нематод бычка-кругляка *Apollonia (Neogobius) melanostomus* в Черном и Азовском морях // Экология моря. 2008. № 76. С. 17-22.
7. Материалы по зараженности Азовского бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) осенью 2019 г / Е. С. Бортников, Г. В. Мосесян, В. Н. Хорошельцева, Т. В. Стрижакова // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы VII научно-практической конференции молодых учёных с международным участием, Москва, 14–15 ноября 2019 года. Москва: ВНИРО, 2019. С. 67-69.
8. Матишов Г.Г. Климат, водные ресурсы и реконструкция гидротехнических сооружений с учетом интересов населения, рыболовства и сельского хозяйства, судоходства и энергетики. Доклад на расширенном заседании Президиума Южного научного центра РАН (г. Ростов-на-Дону, 25 мая 2016 г.). Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. 64 с.
9. Мошу А. Гельминты рыб водоёмов Днестровско-Прутского междуречья, потенциально опасные для здоровья человека. Междунар. ассоц. хранителей реки «Есо-TIRAS»/ ред. Илья Тромбицкий. Киши-нэу: Есо-TIRAS, 2014. 88 с.
10. Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вихман А.А. Лабораторный практикум по болезням рыб: учебное пособие. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 295 с.
11. МУК 3.2.988.-00. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. Методические указания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 25.10.2000). 2001. М.: 46 с.
12. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (вторая часть). Л.: Наука, 1987. 583 с.
13. Результаты мониторинга популяции сазана (*Cyprinus carpio carpio* Linnaeus, 1758) в Восточной части Таганрогского залива и устье реки Дон / Балыкин П.А., Старцев А.В., Гуськов Г.Е., Гринь А.С., Казарникова А.В. // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: юбилейный сборник научных трудов XIII международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения), в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки "Интерагромаш". В 2-х томах. (Ростов-на-Дону, 26–28 фев. 2020 г.). Ростов-на-Дону: ООО «ДГТУ-ПРИНТ», 2020. С. 364-368.
14. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2019 году» [Электронный ресурс] / Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области. 2020. 373 с. URL: <https://xn--d1ahaoghbejbc5k.xn--p1ai/projects/19/>
15. Cole R.A. Eustrongylidosis. In: Friend M, Franson JC, editors. Field manual of wildlife diseases: general field procedures and diseases of birds Washington: U.S. Geological Survey, 1999. p. 223-228.
16. Deardorff T.L., Overstreet R.M. Seafood-transmitted zoonoses in the United States: the fishes, the dishes, and the worms. Microbiology of Marine Food Products. Springer US, 1991. 211- 265.
17. Eberhard, M.L., Ruiz-Tiben, E. Cutaneous emergence of *Eustrongylides* in two persons from South Sudan. Am. J. Trop. Med. Hyg. 2014, 90, 315-317.
18. Guerin P.F., Marapendi S., MC Grail L. Intestinal perforation caused by larval *Eustrongylides*. Morb. Mort. Week. Rep. 31, 1982. 383-389.
19. Some haematological changes of zander (*Sander lucioperca*) in relation to age and its relationship with parasitic infection / Movahed R., Khara H., Hayatbakhsh M.R., Rahbar M. 2012. // Fisheries and Aquaculture Journal. V.47. pp. 1-7.

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕНТРОВ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА ЛАБОРАТОРИИ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ)

Малая Е.В.

Московский архитектурный институт (государственная академия) МАРХИ, г. Москва,
Российская Федерация

Аннотация: Статья посвящена научно-практической работе по созданию научного центра на воде для известного института Южных морей в Севастополе. В условиях глобальных изменений мировой экономики необходимы серьезные исследования во всех областях и в том числе, южных морей, мирового океана, флоры и фауны морей. Проведение международных научных конференций на плавучей станции в открытом море поможет ученым стран Черноморья обмениваться международным опытом, создавать общие исследовательские лаборатории, проводить обучение молодых специалистов в этой области и в деле сохранения науки и культуры.

Ключевые слова: научно-исследовательский центр института Южных морей, международное сотрудничество, Черноморское побережье, страны Черноморья.

ARCHITECTURAL FEATURES OF THE DESIGN OF UNDERWATER RESEARCH CENTERS (ON THE EXAMPLE OF THE PROJECT OF THE LABORATORY OF THE INSTITUTE OF BIOLOGY OF THE SOUTH SEAS)

Malaya E.V.

Moscow Architectural Institute (State Academy) MARHI, Moscow, Russian Federation

Abstract: The article is devoted to the scientific and practical work on the creation of a scientific center on the water for the famous Institute of the South Seas in Sevastopol. In the context of global changes in the world economy, serious research is needed in all areas, including the southern seas, the world ocean, and the flora and fauna of the seas. Holding international scientific conferences on a floating station in the open sea will help scientists of the Black Sea countries to exchange international experience, create common research laboratories, and train young specialists in this field and in the preservation of science and culture.

Keywords: Research center of the Institute of the South Seas, international cooperation, Black Sea coast, Black Sea countries.

Тысячи лет человек стремился в неизведанным тайнам и глубинам океана, пытался узнать подводный мир, пользуясь элементарными средствами и только благодаря тренировкам и хорошему здоровью, удавалось нырнуть на глубину. Даже до знаменитого водолазного костюма Леонардо да Винчи, человек проводил работы под водой, но это было ограниченное пространство колокола. Великий итальянец создал проект водолазного костюма, благодаря которому человек мог находиться под водой неограниченное время и воздух подавался благодаря специальным эластичным шлангам. Костюм создавался из натуральной кожи и даже имел прозрачные окошки для глаз. Время стремительно меняется и многие ученые совершали подобные эксперименты. В современном мире один из самых известных исследователей Жак Ив Кусто [10] посвятил много лет изучению флоры и фауны подводного мира (Рис.2). Первые фото и кино съемки этого удивительного мира были сделаны его командой, написаны книги, созданы научно-познавательные фильмы (Рисунок 1).

В начале нового века, в условиях глобальных изменений мировой экономики, науки, образования, необходимы серьезные научные исследования во всех областях и в том числе флоры и фауны мирового океана. Необходимы исследования для сохранения прекрасного мира океана, его жителей и растений, и здесь уместно создание таких исследовательских центров, которые позволяют международным командам ученых заниматься исследовательской работой в свободных водах. Такой центр исследований может быть филиалом Севастопольского института Южных морей и направлен в первую очередь, на сохранение Черного моря и его побережья. Сохранение экологии на прибрежных территориях Крыма имеют огромное значение в жизни каждого человека нашей страны и всей планеты. Черноморское побережье, это не только отдых для жителей мегаполисов, в первую очередь это

оздоровление, лечение многих заболеваний, воспитание будущих поколений на основе сохранения памятника культурного и природного наследия.



Рисунок 1 – Подводные исследования команды Жака-Ива Кусто и других исследователей.

Полуостров Крым как основная здравница нашей страны ежегодно в летний период принимает более 8 млн. человек, поэтому сохранение природы на основе научных исследований необходимо нашему государству. Проведение международных научных конференций на плавучей станции в открытом море поможет ученым стран Средиземноморья обмениваться международным опытом, создавать общие исследовательские лаборатории, проводить обучение молодых специалистов в этой области и в деле сохранения науки и культуры.

Около двухсот лет назад в Севастополе была создана научно-исследовательская биологическая станция¹ исследования Южных морей. Проводились международные исследования и научные конференции с участием ученых из России, Франции, Италии и других государств [1].

¹ Российская наука всегда была на передовых позициях в мире. В 1871 году в Севастополе по инициативе известных учёных Николая Николаевича Миклухо-Маклая (1846 — 1888) и Александра Онуфриевича Ковалевского (1840-1901) появилась Севастопольская биологическая станция. В Европе раньше неё появились только первая в мире биологическая станция во Франции в местечке Конкарно, на южном берегу Бретани (1859 год) и в Италии возле Неаполя (1870 год).

В статье представлен проект научно-практической лаборатории для ФИЦ ИнБЮМ им. А. О. Ковалевского РАН² в Севастополе³. Представленный эскизный проект создан в рамках научно-исследовательской работы. Такая научно-исследовательская международная база могла бы стать важным этапом в развитии дружеских отношений стран Черного моря и Средиземноморья. Совместные научные исследования могут служить сохранению природы, а значит жизни в наших странах [7].

Во второй половине XIX века в было принято решение о создании биологической станции, а затем института Южных морей и на набережной Севастополя построено в 1898 году здание по проекту архитектора Марфельда⁴ при непосредственном участии инженера и архитектора А.М Вейзена⁵, выполнившего ту часть здания, которая обращена к морю. После окончания Великой Отечественной войны и значительных разрушений здания, оно восстановлено и пристроены два трехэтажных крыла, не нарушивших классическую гармонию [6] (Рисунок 2).

Именно здесь, на белоснежной набережной Севастополя, решено было создать международный научно-исследовательский центр на воде, способный в зимнюю непогоду, спрятаться в бухтах Севастополя.



Рисунок 2 – Здание ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН». Севастополь

Так, у проектируемого научно-исследовательского центра (Рис.3) была создана лаборатория для погружения в нижней части сооружения, откуда через шлюзы есть возможность опускаться на большие глубины. Через шлюз можно загружать находки, обрабатывать и складывать в помещение для хранения и обработки находок. В зимний период эти находки отгружаются в музей и подлежат описи. На берегу Черного и Средиземного морей были древние цивилизации, поэтому археологических находок будет достаточно, а вот для изучения флоры и фауны в сооружении плавучей базы созданы отдельные помещения.

Древние цивилизации, располагавшиеся по берегам Черного моря и являются прекрасным полем для исследований археологов, биологов и специалистов многих направлений [2].

В научно-образовательном центре предусмотрено проживание команды ученых-исследователей длительное время, а так же возможность проведения международных научных конференций, семинаров, проведение подводных исследований с погружением на глубину, возможность краткосрочного хранения экспонатов. Сооружение дает возможность причаливать небольшим судам. В

² В г.Севастополе по проспекту Нахимова, 2 расположен Институт биологии южных морей имени А.О.Ковалевского. В 1871 году по инициативе известных ученых Н.Н.Миклухо-Маклая и А.О.Ковалевского была основана Севастопольская биологическая станция (СБС) – первое в России и третье в Европе подобного рода учреждение.

³ "План проектируемых улучшений Севастополя" был утвержден правительством 3(15) мая 1839 г, а в следующем году разработан и утвержден первый генеральный план города.

⁴ Роберт Робертович Марфельд (1852 — 1921) — русский архитектор, академик Императорской Академии художеств, действительный статский советник. Специалист по строительной экономике, законодательству и церковному строительству [2].

⁵ В начале 90-х годов XIX в. городским архитектором Севастополя стал А.М.Вейзен. Александр Михайлович Вейзен окончил Академию художеств, длительное время занимал должность городского архитектора Севастополя, проектировал и строил различные общественные и частные здания, участвовал в создании памятников к 50-летию обороны Севастополя 1854-1855 гг. По проекту А.В.Вейзена сооружены здания биологической станции на Приморском бульваре (1898 г.), мечети (1912 г.).

проекте центра возможно использование альтернативных источников энергии и предусмотрена система очистки отходов.

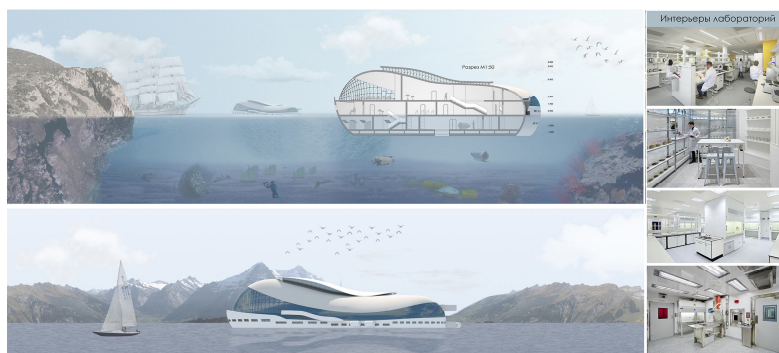


Рисунок 3 – Проект плавучей научно-исследовательской лаборатории а) (разрез, фасад, интерьеры

Как известно, основными источниками загрязнения вод Черного моря и атмосферного воздуха в Крыму является отсутствие современных мусороперерабатывающих предприятий и современных очистных сооружений для очистки воды. Поэтому научный центр должен обладать самыми передовыми технологиями и экологической безопасностью для окружения.

На территории плавучей станции есть комфортные номера для проживания ученых, моряков, обслуживающего персонала; лаборатории, оснащенные современным оборудованием для подводных исследований и многофункциональные залы для проведения международных конференций. Это направление деятельности ученых в нашей стране позволит изучать южные моря, благодаря современному оборудованию на международном уровне. Такие лаборатории способствуют развитию науки и международному сотрудничеству.

Предлагается также эскизный проект благоустройства и реконструкции центральной оси города Балаклава, где очищается и освобождается от замусоривания река. В центра Балаклавской бухты, создан культурный центр, расположенный по двум берегам реки Балаклавки.⁶ Река после очистки становится более полноводной и возможно создание фонтанов для микроклимата в бухте. Здесь может проводить время плавучая научно-исследовательская база. В Балаклавской бухте будет возможность научной базе пережить неблагоприятные погодные условия. (Рисунок 4)

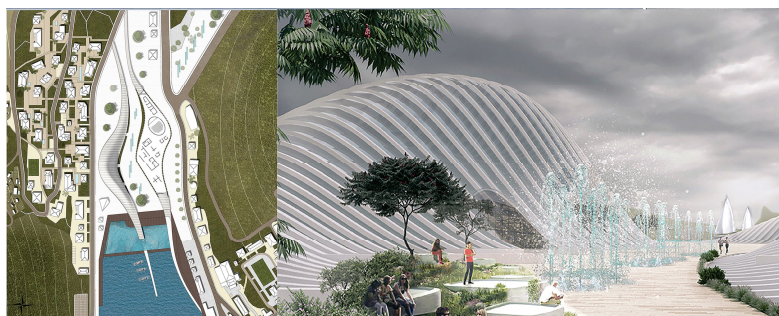


Рисунок 4 – Часть эскизного проекта градостроительной реконструкции поймы реки в городе Балаклава

Сохранение экологии на прибрежных территориях и всей акватории Черного моря имеют огромное значение в жизни каждого человека нашей страны и всей планеты, это не только отдых жителей мегаполисов, оздоровление, лечение, воспитание будущих поколений [5].

Создание плавучей научной базы в водах Черного моря на базе Севастополя, даст возможность проведения научных исследований и культурных мероприятий во всех странах. А проведение международных научных конференций на плавучей станции в открытом море поможет ученым стран Черноморья обмениваться международным опытом, создавать общие исследовательские лаборатории,

⁶ На картах река не подписана, но рассматривается во многих источниках. Название Балаклавка относится к нижней части водотока, который образован в результате слияния трёх рек: Кадису, Пелагос и Хун[4]. Балаклавка течёт в южном направлении в пределах города Балаклавы и впадает в вершину Балаклавской бухты. У реки имеются экологические проблемы

проводить обучение молодых специалистов в этой области и в деле сохранения науки и культуры. Такая плавучая база позволит расширить радиус исследований ученых ФИЦ ИнБЮМ им. А. О. Ковалевского РАН.

Список использованных источников

1. Ванеев Г.И. Севастополь. Страницы истории. 1783-1983. Справочник. - Симферополь: Таврия, 1983. - 208 с.
2. https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fsitekid.ru%2Fplaneta_zemlya%2Fosvoenie_zemli%2Fzhak_iv_kusto.html
3. Шавшин В. Г. Балаклава. Исторические очерки. — Симферополь: Бизнес-Информ, 2002. — 264 с.
4. Малая Е.В., Ю.П. Крюкова, В.В. Машковский. Формирование рекреационных пространств на прибрежных территориях приморских городов (на примере Феодосии). Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ. Материалы международной научно-практической конференции. Сборник статей М. МАРХИ. 2017.
5. Чёрное море. Сборник. Ленинград. Гидрометеиздат. 1983
6. Малая Е.В., О роли прекрасного в структуре современного города. Максимова дача. Сайт Союза архитекторов Севастополя <http://sevarch.ru/obsuzhdenie/820-o-rol-i-prekrasnogo-v-strukture-sovremennogo-goroda-maksimova-dach>
7. Галиченко А.А. Художественный феномен усадеб Южного берега Крыма в конце XIX — начале XX вв. // Культура Крыма на рубеже веков (XIX-XX вв.). Симферополь, 1993. С. 51.
8. Асеев Ю.С., Лебедев Г.А. Архитектура Крыма. Киев, 1961. С. 31.
9. Манчич В. Знаки национального пространства – культурные напластования веков. Градостроительство 2014 №2(30), с.86-90
10. Жак Ив Кусто – долгое глубокое погружение. <https://mir-znaniy.com/zhak-iv-kusto-dolgoe-glubokoe-pogruzhenie/>

РАЗВИТИЕ ПРУДОВОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА КОНВЕРГЕНТНОЙ ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЕ

¹Мелихов В.В., ¹Сизов Ю.И., ^{1,2}Медведева Л.Н., ^{1,2}Плотников А.С. ³Федоров А.Л.

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
г. Волгоград, Российская Федерация

²ФГБУ ВО Волгоградский государственный технический университет,
г. Волгоград, Российская Федерация

³Администрация Котельниковского городского поселения Волгоградской области,
г.п. Котельниковское, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены материалы, раскрывающие вопросы применения умных (информационных) и природосберегающих технологий в сельском хозяйстве на конвергентной платформе. Усиливающееся антропогенное вмешательство в гидрологические объекты приводит к сокращению естественной кормовой базы рыб и водных организмов, развитию синезеленых водорослей, создающих эффект «цветения воды». Представлены научные разработки по автоматизации прудового бизнеса, оздоровлению (альголизации) природных водоемов на основе вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. Теоретическая значимость: расширены представления о совершенствовании процесса управления прудовым бизнесом и оздоровлению водоемов на основе применения инновационных технологий; практическая – представлена доказательная база по ускорению процесса выращивания рыб до 15 %, экономии кормов до 20 %.

Ключевые слова. Сельское хозяйство, прудовое предпринимательство, умные технологии, аквакультура, альголизация водоемов, рыбопродуктивность.

DEVELOPMENT OF POND ENTREPRENEURSHIP ON A CONVERGENT ENVIRONMENTAL PLATFORM

¹Melikhov V.V., ¹Sizov Y.I., ^{1,2}Medvedeva L.N., ^{1,2}Plotnikov A.C. ³Fedorov A.L.

¹FSBSI "All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russian Federation

²Volgograd state technical University, Volgograd, Russian Federation

³ Administration of the Kotelnikovsky urban settlement of the Volgograd region,
Kotelnikovskoe, Russian Federation

Abstract. The article presents materials that reveal the issues of using smart (information) and environmentally friendly technologies in agriculture on a converged platform. The increasing anthropogenic interference with hydrological objects leads to a reduction in the natural food supply of fish and aquatic organisms, the development of blue-green algae, which creates the effect of "water bloom". Scientific developments on automation of the pond business, rehabilitation (algolization) of natural reservoirs based on the introduction of the *Chlorella vulgaris* strain IGF No. C-111 are presented. Theoretical significance: expanded ideas about improving the management of the pond business and improving water bodies through the use of innovative technologies; practical - the evidence base is presented to accelerate the process of fish farming up to 15%, feed savings up to 20%.

Keywords. Agriculture, pond entrepreneurship, smart technologies, aquaculture, algolization of water bodies, fish productivity.

Введение. Сельское хозяйство России стоит перед выбором: с одной стороны, необходимо увеличить использование земельных и водных ресурсов в условиях осваивающейся конкуренции между отраслями экономики, а с другой - обеспечить адаптацию агротехнологий к изменяющемуся климату. Решить многие проблемы берется набирающая обороты цифровизация. Впервые термин «цифровая экономика» (digital economy) был использован в трудах американского ученого Николаса Негропonte (1995г) [2]. Сегодня нам трудно представить экономику, существующую без гибридного мира, без слияния реального и виртуального мира. Конвергенция как процесс сближения разных направлений знаний на одной площадке достаточно востребован в обществе. Под конвергентными технологиями в

сельском хозяйстве понимается, во-первых, объединение человеческих, материальных, финансовых и инновационных ресурсов; во-вторых, передача части функционала работников сельского труда роботам, цифровым технологиям и управление бизнесом дистанционно «из любой точки мира». Конвергентная платформа «Smart agriculture» – это площадка инновационных агрорешений, направленных на производство экологически чистой продукции, сохранение природной среды [4]. Усиливающиеся загрязнение Мирового океана и истощение природных ресурсов ускоряет добычу и разведение рыбы, аквакультуры в искусственных водоемах [9]. В связи с изменением климата с каждым годом получать товарную рыбу становится все труднее, приходится держать под контролем большое количество внешних факторов, вести мониторинг за состоянием воды (температура, насыщение кислородом, содержание озона и микроэлементов) и зоопланктона (видовой состав, соотношение между полезными и вредными организмами, инфекции). Рыбу и отдельные биоресурсы выращивают тремя способами: в прудах, садках, установленных на водоемах и на рыбопроизводных заводах [8]. Одно из направлений обеспечения населения рыбной продукцией – развитие прудового бизнеса. В бассейне рек Дона и Волги находится немало количество рыбопроизводных хозяйств, которые используют для своих производственных целей природную воду. Например, в Волгоградской области зарегистрировано 13 рыбопроизводческих колхозов, 6 прудовых хозяйств, а также более десятка ЛПХ по разведению рыбы и ракообразных (таблица 1) [3].

Таблица 1 – Прудовые хозяйства Волгоградской области, 2018 год

<i>Наименование</i>	<i>Специализация / производство</i>
СПК Ергенинский, Светлоярский район	Сазан, толстолобики, белый амур, карась, карп
ИП КФХ Лозина Я.В., Среднеахтубинский район	Карп, толстолобики, белый амур
ООО Прибой, Быковский район	Ленский осетр, карп, толстолобики, белый амур
ФГУП МЭРЗ, Даниловский район	Карп, толстолобик, белый амур, веслонос, стерлядь
ОАО Ляпичевское, Калачёвский район	Карп, толстолобики, белый амур
ООО Свобода, Городищенский район	Карп, толстолобики, белый амур

Источник: комитет по сельскому хозяйству Волгоградской области

Важнейшими аспектами экономической деятельности рыбопроизводческих организаций является поддержание биопродуктивности прудов, снижение себестоимости продукции, сокращение производственного цикла от посадочного материала до получения товарной продукции. От эффективности управления столь сложным хозяйством напрямую зависит уровень рентабельности бизнеса. Одно из решений – перевод бизнеса на конвергентную платформу [4]. Рыбопроизводческие фермы в большинстве развитых странах мира отличаются высоким уровнем компьютеризации производственных процессов [8,11]. Значительным подспорьем для развития бизнеса являются автоматизированные учетные и мониторинговые системы. Преимущества данных систем состоит в том, что они не требуют значительных изменений в налаженных бизнес-процессах, позволяют осуществлять непрерывный мониторинг и контроль за внешней и внутренней средой, повышать предсказуемость результатов [1]. Российская компания AQUAL (резидент Сколково) разработала программу для умной фермы, которая включает: аппаратно - программный комплекс Aqua Digital Life, интеллектуальные системы управления AI & ML, инновационное технологическое оборудование (биофильтры, автокормушки, анализаторы) [5]. Автоматизация бизнеса и использование возобновляемых источников энергии позволяет повысить эффективность многих процессов: освещение, автоматическое кормление рыб, удаленный мониторинг за качеством воды, работой насосных агрегатов, водоочистным и периферийным оборудованием. Объединяя в единую автоматическую систему: контроль за качеством воды (кислород, температура, растворенный озон, кислотность, соленость и мутность), водоподготовку, кормление, освещение, специализированное программное обеспечение для настройки и мониторинга всех процессов жизнеобеспечения, облачный сервис Smart Fish Farm для учета, хранения, обработки и аналитики всех данных, фермер обеспечивает прогрессивное стратегическое развитие своего бизнеса [10]. Современные направления применения цифровых технологий в прудовом бизнесе – это обработка и анализ больших объемов данных, применение адаптивных нейронных сетей. Умные технологии позволяют решать и вопросы экологии. Усиление антропогенной нагрузки на водоемы приводят к появлению такого эффекта, как «цветение воды», которое создается сине-зелеными водорослями. Выделяемые сине-зелеными водорослями токсины, оказывают угнетающее действие на зоопланктон и рыб, снижают эффективность прудового бизнеса [14,15].

Целью исследования является определение технологических и экономических предпосылок, обеспечивающих целесообразность и скорость внедрения умных и природосберегающих технологий в прудовом предпринимательстве.

Материалы и методы. Эмпирический анализ позволил обосновать рабочую гипотезу – спрогнозировать применение передовых (умных и природосберегающих) технологий в прудовом бизнесе. ИП КФХ Лозина Я.В. (Волгоградская область) выращиваются несколько видов рыб: веслонос, карп, белый амур. Для исследования были выбраны: пруд №2 – площадь водного зеркала 61 га (контрольный), пруды №1 – 61 га, №4 – 60 га (опытные). В опытных прудах производилось вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. Акватория прудов была идентифицирована с помощью спутниковой фотофиксации и интерактивной Web-программы Google Earth. В период наблюдения производился отбор гидрологического, гидрохимического, гидробиологического материала; изучалась степень загрязнения прудов сине-зелеными водорослями. Состояние зоопланктона определялось батометром Молчанова и количественной сетью Джеди. В качестве индикаторных показателей, характеризующих состояние прудов, использовались: концентрация растворенного кислорода в воде (1), прозрачность воды (2), биомасса зеленых водорослей (3), биомасса зоопланктона (4), биомасса сине зелёных водорослей (5) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Взятие проб воды и зоопланктона, определение станций для вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в прудах №2, №4 ИП КФХ Лозина Я.В., весна-лето 2018 г

За период наблюдений содержание растворенного кислорода не опускалось ниже рыбохозяйственной нормы, было на уровне: 7,5 – 19,4 мг O_2 /дм.³ Максимальные показатели кислорода: 12,4 – 19,4 мг O_2 /дм.³ были зарегистрированы в опытных прудах (эффект вселения хлореллы). Вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в водоем, проводилось по технологии, разработанный в ФГБНУ ВНИИОЗ (таблица 2).

Таблица 2 – Объемы вселения суспензии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в опытные пруды, литры на 1 га площади водного зеркала, 2018 г

Наименование	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Пруд №1 – опытный пруд	20	20	40	60	60	60	-
Пруд №4 – опытный пруд	20	20	20	40	40	20	-
Пруд №2 – контрольный пруд	-	-	-	-	-	-	-

Источник: составлено авторами

Сезонные количественные показатели водорослей колебались в пределах от 0,084 до 69,86 млн. кл/л; общая биомасса от 0,016 до 5,9 г/м³. Основу биомассы составляли 4 отдела водорослей: диатомовые, сине зелёные, зелёные и пиррофитовые. *Chlorella vulgaris* была зарегистрирована с июня по август в опытных прудах с показателями от 0,1 до 10 % от общей биомассы фитопланктона. Максимальная численность сине зелёных водорослей была отмечена в контрольном пруде. Информация с датчиков температуры воды и содержания кислорода отражались на компьютере несколько раз в сутки.

Результаты и обсуждение. Исследование, проведенное в ИП КФХ Лозина Я.В., весной-летом 2018 года показало, что в опытных прудах №1 и №4 заметно улучшилась рыбопродуктивность. Средний прирост карпа составил от 1110 до 1620 грамм, а в контрольном – 45 грамм (-1200 грамм); прирост веслоноса – 2720 грамм, в контрольном 2520 грамм (- 200грамм), белого амура в опытных прудах 1729 и 1750 грамм в контрольном 1015 грамм (-700 грамм). В опытных прудах №1, №4 на протяжении периода наблюдений отмечалось высокая жизнеспособность и стрессоустойчивость посадочного

материала; произошло уменьшение количества заболеваний (жаберный некроз, лернеоз, арглез), что позволило получить экономию на приобретении ветпрепаратов. Применение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 ускорило созревание посадочного материала (личинок) до жизнестойких стадий (сформировавшейся пищеварительной системой), оздоровило экосистему прудов [12,13]. Совместно с учеными ВПИ (филиал) ВолгГТУ проводятся исследования по применению солнечных панелей в организации кормления рыб и освещении хозяйственных построек. Автоматизация процесса, организация учета (ведение журнала рыбовода), мониторинг показателей качества воды, облачный доступ и разграничение прав доступа позволили расширить представления об организации прудового бизнеса. В прудовых хозяйствах для автоматизации процесса целесообразно обеспечить функционирование четырех комплексов:

- *организационно-правовой*: разработка бизнес-плана, профессиональное обучение, приобретение или аренда водных объектов, маточного стада и мальков, кормов;
- *организационно - закупочный*: приобретение основных фондов;
- *организация мониторинга*: параметров воды, ветра, состояние биоценозов;
- *организация бизнеса*: составление карт кормления, альголизация водоема

Для мониторинга прудов необходимо использовать IT-устройства и приборы: термооксиметры, pH-метры, метеостанции, датчики уровня воды, надводные и подводные видеокамеры, интеллектуальное программное обеспечение на базе нейронных сетей. Для проведения альголизации (вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в водоем) можно использовать, разработанную в ФГБНУ ВНИИОЗ, программу для ЭВМ и автоматическое плавсредство (рисунок 2) [6,7,12].



Рисунок 2 – Плавсредство для вселения *Chlorella* в водоем и Свидетельство на программу для ЭВМ по системе искусственного интеллекта для альголизации водоемов, ФГБНУ ВНИИОЗ, 2021год

Выводы. Современные информационные технологии быстро меняют привычные бизнес-процессы, трансформируя и преобразяя традиционные производства. Практика показывает, что автоматизацию прудового хозяйства целесообразно выполнять с учётом достижений «Индустрия 4.0», применяя облачные технологии и нейронные сети (neural networks), высокотехнологичное компьютерное оборудование с применением механизма государственно-частного партнерства. Искусственный интеллект (artificial intelligence) и предписывающая аналитика (predictive / prescriptive analytics) позволят обеспечить управление прудовым бизнесом с учетом территориальных и климатических особенностей. В ходе исследования была доказана эффективность использования штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в оздоровлении водоемов, использовании в качестве живого корма. Теоретическая значимость заключается в том, что расширены представления о совершенствовании процесса управления прудовом бизнесом на основе применения умных технологий; практическая – рыбоводческие хозяйства смогут улучшить показатели экологии и экономики: сохранить здоровье рыб, снизить себестоимость продукции, повысить рентабельность (ускорить процесс выращивания рыб до 15 %, сэкономить на кормах до 20 %). Прудовое хозяйство является существенной составляющей в обеспечении Продовольственной безопасности страны.

Список использованных источников

1. Автоматизированная система управления многофункциональными устройствами докорма и защиты рыбы в прудовых хозяйствах [Электронный ресурс] / В.Е. Костин, А.В. Савчиц, А.С. Корнеев, В.А. Ким // 17-я научно-практическая конференция ППС ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 23-27 января 2018 г.): материалы конференции / под ред. С.И. Благинина. ВПИ (филиал) ВолгГТУ, Волгоград. - 2018. - С. 48-50.
2. Бухтиярова Т. И. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Научный журнал «Бизнес и общество». 2019. - №1 (21). - С. 1-12
3. Воробьев, Н.Н. Проблемы и перспективы развития прудового хозяйства в Волгоградской области / Наука и молодежь: новые идеи и решения: материалы XI Международной научно-практической конференции молодых исследователей. 2017. - С. 14-17.
4. Гурина, И.В. Медведева, Л.Н. Рогачев, А.Ф. Медведев, А.В. Конвергентная платформа smart agriculture и применение цифровых информационных технологий в агробизнесе / Учет и статистика. 2019. - № 3 (55). - С. 74-84
5. Компания AQUAL. URL: https://www.AQUAL_2019_3_Present (aquadigitallife.com) (дата обращения: 28.08.2021)
6. Медведева Л. Н., Фролова М. В., Московец М. В., Медведев А. В. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2019. - Т. 21. - № 4. - С. 126 -140.
7. Московец, М.В., Фролова, М.В., Птицына, Л.А., Торопов, А.Ю. Особенности влияния штамма *Chlorella vulgaris* ИФР N C-111 на качество воды в прудовом рыбоводстве // Орошаемое земледелие, 2019. - № 3. - С.46-49.
8. Муратова, Е. Организация прудового хозяйства: оценка доходности и перспективы развития // International agricultural journal. 2019. - №4. - С 195-203.
9. Никифоров-Никишин, А. Л., Шатохин, М. В. Развитие мирового рынка аквакультуры // Дельта науки, 2019. - № 1. - С.4-6.
10. Программа FishWeb для предприятий аквакультуры // URL: <https://fish web.ru> (дата обращения: 12.06. 2021).
11. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 68 с.
12. Фролова, М.В. Использование кормовой добавки хлореллы при выращивании стерляди в прудовых хозяйствах / М.В. Фролова, М.В. Московец, А.Ю. Торопов // Орошаемое земледелие, 2020. - №3. - С.54-57.
13. Aquaculture 4.0: applying industry strategy to fisheries management // URL: <https://www.governmenteurope.eu/aquaculture-4-0/93038> / (дата обращения: 28.06.2021).
14. Caporgno, M.P., Mathys, A. Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits // Front Nutr, 2018. - vol. 5. - pp. 58-63.
15. New Horizons for the Application of Microalgae in the National Economy/ L.N. Medvedeva, O. Roiss, O/ ICT Systems and Sustainability Proceedings of ICT4SD 2020, Volume 1. pp 733-740.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта №7 от 10 декабря 2020 года «Восстановление экосистемы Дона на основе повышения потенциала микроводорослей, участвующих в развитии биологических ресурсов».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ В КАЧЕСТВЕ АТТРАКТАНТОВ В РАЦИОНЕ КЕТЫ (ONCORHYNCHUS KETA)

Окрестина Н.Ф., Исаева О.М.

Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, Россия

Аннотация. В ходе экспериментов была определена наиболее эффективная концентрация использования экстрактов краба-стригуна р. Chionoecetes (500 г/л), повышающая вкусовые качества комбикорма компании «Агро Сервер» стартовый ООО НПК «Далькорм». Тестирование выполнено на молоди кеты со средней массой тела 0,8 г в двух группах на протяжении трех декад. Выяснено, что суммарный прирост за время тестирований преобладает у групп, питающихся кормом с добавлением экстрактов краба-стригуна р. Chionoecetes (500 г/л).

Ключевые слова. Кета, вкусовые стимулы, аттрактанты, корм.

THE USE OF SECONDARY RAW MATERIALS AS ATTRACTANTS IN THE DIET OF CHUM SALMON (ONCORHYNCHUS KETA)

Okrestina N.F., Isaeva O.M.

Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

Abstract. During the experiments, the most effective concentration of the use of extracts of the crab strigun R. Chionoecetes (500 g/l) was determined, which increases the taste qualities of the mixed feed of the Agro Server company starter LLC NPK Dalkorm. Testing was performed on young chum salmon with an average body weight of 0.8 g in two groups for three decades. It was found out that the total increase during testing prevails in groups feeding on food with the addition of extracts of the crab strigun R. Chionoecetes (500 g/l).

Key words. Chum salmon, gustatory stimuli, attractants, food.

В производстве мировой рыбной продукции лососевые занимают особое положение в связи с особенностями биологии и сложным жизненным циклом [15].

Особым звеном в лососеводстве является Камчатка, как самый крупный регион России по воспроизводству тихоокеанских лососевых рыб, за счет большей части нерестилищ, расположенных в регионе, сохранившихся в относительно первозданном состоянии и в котором есть значительные резервы по увеличению численности популяций тихоокеанских лососей [4].

При интенсивном выращивании первостепенное значение приобретает полноценное сбалансированное кормление рыбы [13]. Технология кормления и стартовые комбикорма для ценных видов рыб разрабатываются и совершенствуются уже длительное время.

Создание новых рецептов кормов на основе нетрадиционных видов сырья и обогащенных привлекательными вкусовыми аттрактантами поможет снизить стоимость уже имеющихся кормов и повысить их вкусовую привлекательность для рыб [3].

Разработка технологии использования отходов, получаемых при разделке морских гидробионтов, для производства кормовых добавок, основанная на исследовании вкусовых предпочтений рыб является актуальным направлением в современной аквакультуре.

Исследования по выяснению вкусовых предпочтений рыб ведутся уже много лет, определение качества объектов питания, оценка их соответствия пищевым потребностям особи осуществляется благодаря вкусовой рецепции [2].

Поиск привлекательных вкусовых компонентов среди морских гидробионтов является актуальным исследованием, потому что в настоящее время в мировой практике животноводства и рыбоводства широко применяются кормовые добавки, которые позволяют регулировать не только приросты массы и роста, но и способны изменять качественные показатели получаемой продукции (мяса, икры). Большая часть этих добавок делается из отходов, накапливающихся при переработке гидробионтов [13], в частности панцирей крабов.

На Камчатке особенно актуальны данные исследования, т.к. в регионе есть сырье, которое можно использовать в качестве основы для изготовления высоко привлекательных пищевых экстрактов.

Для повышения вкусовой привлекательности комбикормов, используемых на ЛРЗ Камчатского края с 2019 года в лаборатории КамчатГТУ, на кафедре «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура» введутся работы по исследованию вкусовых предпочтений тихоокеанских лососей, с целью выявления оптимальных концентраций экстрактов из морских гидробионтов, как добавок к традиционным комбикормам [8, 12].

Цель исследований заключается в разработке добавок к кормам для лососевых рыб из отходов, полученных при разделке краба-стригуна р. *Chionoecetes*.

Задачи для достижения цели:

- 1) определение оптимальной концентрации добавки из отходов краба-стригуна р. *Chionoecetes*;
- 2) усовершенствование методики кормления молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) с помощью использования добавок, улучшаемых качество кормов в рационе;
- 3) дать сравнительную оценку применения комбикормов с добавлением экстрактов из краба-стригуна р. *Chionoecetes* и комбикормом «Далькорм» для выращивания молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) в аквакультуре.

Материалы и методика. Объектом исследования являлась заводская молодь кеты (*Oncorhynchus keta*), в эксперименте участвовало 123 особи со средним весом 0,8 г. Эксперименты проводились в лаборатории КамчатГТУ, на кафедре «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура», где была подготовлена система аквариумов, которая состояла из 10 индивидуальных пластиковых аквариумов объемом 6 литров и двух аквариумов объемом 133 л.

Материалом исследований служили отходы от разделки краба-стригуна р. *Chionoecetes*.

Первая часть опытов проводилась на 10 особях молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) с использованием методов поведенческих тест-реакций на гранулы искусственного корма компании «Агро Сервер» стартовый ООО НПК Далькорм, пропитанных водным экстрактом краба-стригуна р. *Chionoecetes* трех концентраций (300 г/л, 500 г/л, 1 000 г/л).

В данных работах в качестве носителя вкусовых веществ использовались гранулы комбикорма для рыб лососевых видов, а не агар-агаровые гранулы, как в опытах по исследованию вкусовых предпочтений у других видов рыб [2].

Для количественной оценки вкусового предпочтения веществ, содержащихся в грануле, рассчитывался индекс вкусовой привлекательности (ИВП) [1]. Статистический анализ результатов осуществлён с использованием t-критерия Стьюдента.

Вторая часть опытов заключалась в изучении приростов молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) в контрольной группе, питающейся комбикормом «Далькорм», который часто используют на лососевом рыбозаводе (ЛРЗ) и экспериментальной группе, питающейся экспериментальными кормами с добавлением экстракта из отходов краба-стригуна с наиболее эффективной концентрацией. Наблюдение проходило за абсолютным приростом молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) [9] на протяжении трех декад. Для опытов было использовано два аквариума, в которых сидели группы рыб. В контрольной группе было 61 рыба, в экспериментальной было 62 рыбы.

Каждый день рыбу кормили гранулами, исходя из суточного рациона в период с 8 до 17 часов [10]. Количество экспериментов по изучению вкусовых предпочтений кеты (*Oncorhynchus keta*) составило 193.

Результаты. При тестировании гранул корма, вымоченных в экстракте краба (300 г/л) были показаны следующие результаты: поедаемость гранул составила 97,9%, индекс вкусовой привлекательности (ИВП) составлял 2,1%, число схватываний в среднем — 1,4, общая продолжительность удержания гранулы — 11,2 с. (табл. 1).

При повышении концентрации до 500 г/л поедаемость стала составлять 100%, ИВП — 3,1%, число схватываний — 1,1, общая продолжительность удержания гранулы увеличилась до 11,3 с.

При концентрации 1 000 г/л результаты опытов показали следующее: поедаемость — 97,9%, ИВП — 2,1%, число схватываний аналогично предыдущей концентрации, но общая продолжительность удержания гранулы упала до 9,4 с. (табл. 1).

Контрольные гранулы (сухие гранулы комбикорма) съедались рыбами в 93,9%, число схватываний в среднем было 1,6, общая продолжительность удержания гранулы — 8,6 с. (табл. 1).

Таблица 1 - Вкусовая привлекательность тестируемых гранул для молоди кеты

Раздражитель	Концентрация, г/л	Потребление гранул, %	Индекс вкусовой привлекательности, %	Число актов схватывания	Продолжительность удержания гранулы, с		Число опытов
					После 1го схватывания	Длительность опыта	
Краб	300	97,9±0,0	2,1	1,4±0,3	9,8±1,5	11,2±1,7	49
	500	100±0,0	3,1	1,1±0,1	11,3±1,7	12,5±1,8	47
	1000	97,9±0,0	2,1	1,1±0,1	9,4±0,8	9,7±0,8	48
Контроль		93,9±0,0	0	1,6±0,3	8,6±1,1	11,9±1,7	49

Примечание: по критерию Стьюдента все показатели достоверно не значимы.

Результаты по поедаемости представлены в следующей гистограмме (рисунок 1).

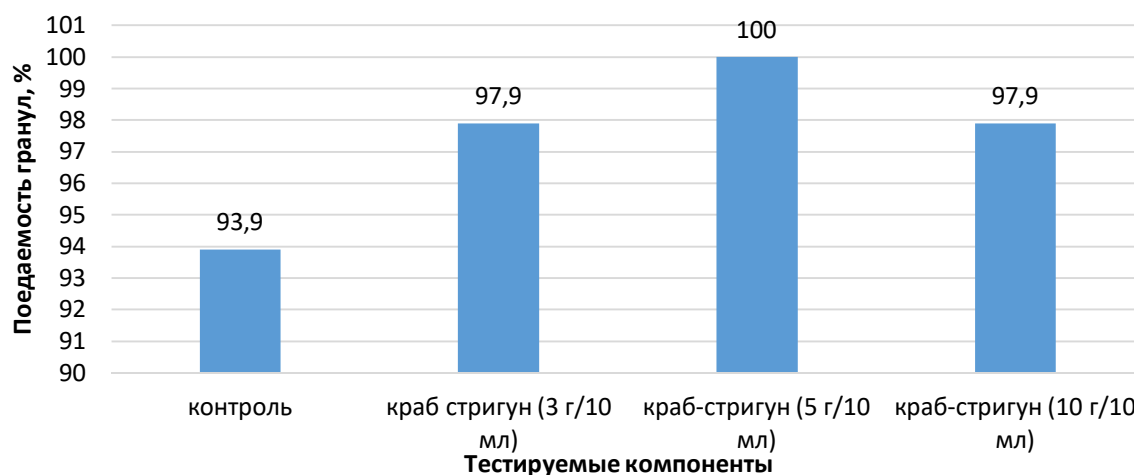


Рисунок 1 - Уровень поедаемости искусственных гранул, содержащих водный экстракт пищевых объектов

На основании полученных экспериментальных данных по вкусовой привлекательности натуральных пищевых аттрактантов, среди исследованных концентраций, выяснилось, что у тестируемых гранул с экстрактом отходов краба-стригуна р. *Chionoecetes* по всем концентрациям потребление и индекс вкусовой привлекательности выше, чем у контроля, но концентрация 500 г/л дала более высокую поедаемость корма.

Поэтому для второй серии опытов в качестве действующей вкусовой добавки была выбрана наиболее привлекательная концентрация экстракта краба-стригуна (500 г/л) (табл. 2).

Данные, полученные, по сравнительной оценке, комбикормов с пищевыми аттрактантами, представлены в таблице (табл. 2).

Таблица 2 - Данные по абсолютному приросту кеты

Декады	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	Начальный вес, г	Прирост, г	Начальный вес, г	Прирост, г
1	0,8	0,1164	0,8	0,067
2	0,9164	0,0836	0,867	-0,03
3	1	-0,086	0,837	-0,059
4	0,914		0,778	
Общий прирост		0,114		-0,022

В период выращивания экспериментальной группы с I по III декаду температура в аквариуме была 9-12°C (табл. 2). За это время прирост (табл. 2) молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) в

экспериментальной группе составил в I декаде 0,1164 г, во II декаде 0,0836г, в III декаде -0,086 г. Общий абсолютный прирост за три декады составил 0,114 г.

В контрольной группе абсолютные приросты составили: в I декаде 0,067 г, во II декаде -0,03 г, в III декаде -0,059 г. Общий абсолютный прирост за три декады составил -0,022 г (табл. 2).

Обсуждения результатов. Наиболее эффективными были гранулы с водным экстрактом краба-стригуна (500 г/л), его поедаемость в опытах составила 100%. В литературе показано, что потребление сухого корма с добавками из панцирей дает эффект ускорения роста рыб, особенно молоди, питающихся кормами с хитозансодержащими продуктами (на 10–25%) и при этом фиксируется снижение кормовых затрат [6], что свидетельствует о действенности применяемого корма [5]. Данная добавка к корму улучшает физико-механические характеристики качества гранул, в связи с этим сохраняются большее количество питательных веществ [14], также экстракт краба обладает сильным привлекающим действием, что приводит к лучшему потреблению корма [3]. Наши исследования на кижуче показали, что добавки из морских гидробионтов достоверно повышали поедаемость корма по сравнению с контрольными гранулами [8].

Возможно повышенное потребление контрольных гранул (искусственного корма) (таблица 1) связано с тем, что в опытах была использована заводская молодь рыб, которая уже привыкла потреблять искусственные корма.

При анализе полученных данных в ходе экспериментов видно, что в среднем происходит одно-два схватывания гранул с экстрактами, это показывает, что молодь кеты сразу принимает решения о заглатывании или отвергании корма. Это еще раз доказывает тот факт, что рыбы-реофилы не склонны к многократным схватываниям добычи. Реофилы совершают повторные схватывания редко, потому что отказ от уже схваченного объекта может закончиться его потерей из-за сноса потоком [7].

Исследования также показывают, что по продолжительности удержания гранулы во рту наиболее кратковременно тестировались гранулы с экстрактами краба-стригуна (1000 г/л), то есть рыбы быстро принимали решение по результату вкусового ответа (съесть или нет). Было отмечено, что продолжительность суммарного удержания объектов с максимальным уровнем вкусовой привлекательности намного короче, чем объектов с негативными вкусовыми свойствами, так как считается, что на распознавание вкусовых качеств объектов с более привлекательным вкусом и принятие рыбами адекватного решения, в этом случае, требуется меньше времени [7].

Общая продолжительность удержания гранулы во рту с экстрактом краба (300 г/л) была 11,2 с., при концентрации 500 г/л было 12,5 с., при употреблении контроля общая продолжительность составляла 11,9 с. (табл. 1). Все эти результаты были выше, чем в ответах на гранулы с экстрактом из краба-стригуна (1000 г/л), что связано с тем, что на распознавание вкусовых качеств объекта и принятие адекватного решения рыбам требуется тем меньше времени, чем более отчетливым вкусом он обладает [7].

Исходя из полученных результатов по абсолютному приросту с I по III декаду, видно, что общий абсолютный прирост преобладает у группы, которая питалась кормом с экстрактом краба-стригуна (500 г/л), который составил 0,114 г, а у контрольной группы общий абсолютный прирост составил -0,022 г (табл. 2), это подтверждает привлекательность корма с аттрактантом, которая сказывается на эффективности его применения. Наши результаты подтверждаются в исследованиях других авторов, например, в работе «Эффективное использование хитозана в комбикормах» описано, что прирост рыб, выращенных на кормах с добавкой хитозана был значительно выше, чем результаты выращивания рыб на контрольном стандартном форелевом комбикорме РГМ-6М [14]. Это также подтверждается на предыдущих проведенных опытах на кижуче [12].

Различия в рецептурах отечественных кормов по сравнению с зарубежными аналогами проводили Баштовой А.Н. с соавторами, и показали, что сравнительный анализ, проведенный между комбикормами для тихоокеанских лососей, где в качестве контроля также использовался отечественный комбикорм «Далькорм». При кормлении рыб этим кормом было выявлено развитие патоморфологических изменений тяжелой степени в пищеварительной системе молоди кеты, которые значительно снижают качество выпускаемой молоди, препятствуя достижению ею состояния смолтификации.

При введении высокобелкового ферментализата, улучшилось качество корма, а также увеличился абсолютный прирост у рыб [13]. Таким образом, было показано, что комбикорм «Далькорм» недостаточно удовлетворяет потребности молоди в питательных веществах и поэтому его нужно совершенствовать [13].

Проведены исследования по оценке эффективности применения в кормах для рыб хитозана, он и его препараты, представленные в сухом виде, проявляют высокие адгезионные свойства при введении в гранулированные комбикорма для лососевых рыб. При этом у рыб, выращиваемых на таких обогащенных кормах, наблюдается ускорение роста, повышается водостойкость гранул, снижается их крошимость, и в конечном итоге, снижаются кормовые затраты [6].

Заключение:

1. Полученные результаты в первой серии опытов показали, что отходы краба-стригуна можно использовать в качестве аттрактантов, усиливающих потребление и оросенсорную привлекательность искусственных гранулированных кормов;
2. Сравнительная оценка применения комбикормов с добавлением экстракта краба-стригуна и комбикормом «Далькорм» для выращивания молоди кеты в аквакультуре показала, что использование выявленной концентрации добавки (500 г/л) в первой серии, увеличивающей поедаемость комбикорма до 100%, повышает вкусовые качества комбикорма, что делает их применение весьма эффективным и экономически выгодным.

Список использованных источников

1. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам/А.О. Касумян [и др.]// Вопр. ихтиологии. - 1996. - Т. 36, № 3. - С. 386–399.
2. Вкусовые предпочтения и динамика вкусового поведенческого ответа у линя *Tinca tinca* (Cyprinidae)/А.О. Касумян [и др.]// Вопр. ихтиологии. – 2001. - Т. 41, № 5. - С. 670–685.
3. Инновационные методы повышения эффективности кормления осетровых рыб на основе использования в рационах нетрадиционного кормового сырья и биологически активных препаратов: Автореферат диссертации доктора сельскохозяйственных наук/Ю.Н. Грозеску// Усть-Кинельский. - 2016. - 33 с.
4. Использование искусственных кормов при воспроизводстве тихоокеанских лососей на Камчатке/А.А. Бахарева // ISSN 1812-9498. Вестник АГТУ. - 2005. - № 3 (26). - С. 152–157.
5. Исследование запаховых и вкусовых свойств компонентов комбикормов для молоди севрюги /А.О. Касумян [и др.]// Рыбное хозяйство. - 1992. - С. 21–34.
6. Итоги работы по созданию новых кормов для ценных объектов аквакультуры/ Е.А. Гамыгин [и др.] // Рыбное хозяйство. Вестник Астраханского Государственного Университета. - 2004. - С. 55–60.
7. Оценка рыбами объектов питания с помощью внутриротовой рецепции: поведенческие и физиологические аспекты /А.О. Касумян// Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Экологическая физиология и биохимия водных организмов сборник научных статей. Петрозаводск. Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН. - 2010. - Т.1. - С. 74–79.
8. Поиск натуральных пищевых аттрактантов в рационе кижуча (*Oncorhynchus kisutch*)//Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (24–25 марта 2020 г.) /Н.Ф. Окрестина [и др.]// Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. - 2020. - С. 95-100.
9. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) /П.Ф. Правдин// М.: Изд-во Пищевая промышленность. - 1966. - 268 с.
10. Руководство по искусственному разведению тихоокеанских лососей на рыбных заводах Магаданской области/Л.Л. Хованская [и др.]// Магадан: Кордис Магадан. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. - 2014. - С 78.
11. Сравнительная оценка стартовых традиционных и ферментированных комбикормов для молоди тихоокеанских лососей/А.Н. Баштовой [и др.] // Известия ТИНРО. - 2017. - Т. 191. - С. 223–234.
12. Сравнительный анализ применения стандартного комбикорма и комбикормов с использованием натуральных пищевых аттрактантов в рационе кижуча (*Oncorhynchus kisutch*) в аквакультуре//Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы V национальной научно-практической конференции, Калининград – 22-23 октября 2020 г. / под ред. А.А. Васильева; Саратовский ГАУ/Н.Ф. Окрестина [и др.]// Саратов: Амирит. - 2020. - С. 185.
13. Технология кормовых добавок на основе биомодификации отходов, полученных при разделке гидробионтов/А.Н. Баштовой// Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГУП "ТИНРО-Центр"). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Владивосток. - 2014. - 186 с.
14. Эффективное использование хитозана в комбикормах /Е.А. Гамыгин [и др.]// Рыбное хозяйство. - 2000. - № 5. - С. 42–43.
15. Эффективность использования кормовой добавки «Абиопептид» в кормлении радужной форели. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук/О. С. Максимова// Саратов. Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. - 2017. -122 с.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НОВЫХ ТИОАЦЕТАМИДНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ФЕНОЛА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА

¹Осипова В.П., ¹Коляда М.Н., ²Пименов Ю.Т., ³Кудрявцев К.В.

¹Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

²Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация

³Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В сравнении с ионолом изучено *in vivo* влияние добавок в корм молоди русского осетра новых производных фенола, содержащих тиаоцетамидный фрагмент, на рост, развитие и пероксидное окисление липидов печени рыб. Для всех исследованных соединений установлено благоприятное влияние на рост и развитие молоди, способность снижать уровень пероксидации липидов печени рыб. Показана большая эффективность тиаоцетамидных производных фенола.

Ключевые слова. Молодь русского осетра, рыбный корм, фенольные антиоксиданты, тиаоцетамиды, пероксидное окисление липидов

INFLUENCE OF ADDITIVES OF NEW THIOACETAMIDE DERIVATIVES OF PHENOL ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF YOUNG RUSSIAN STURGEON

¹Osipova V.P., ¹Kolyada M.N., ²Pimenov Y.T., ³Kudryavtsev K.V.

¹Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of the Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation

²Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation

³Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Abstract. In comparison with trolox, the effect of adding new phenol derivatives containing a thioacetamide fragment to the feed of juvenile Russian sturgeon on the growth, development and peroxidation of fish liver lipids was studied. For all studied compounds, a favorable effect on the growth and development of juveniles, the ability to reduce the level of lipid peroxidation of the liver of fish, was found. The high efficiency of thioacetamide phenol derivatives has been shown.

Keywords. Russian sturgeon juveniles, fish feed, phenolic antioxidants, thioacetamides, lipid peroxidation.

Известно, что рыбная мука, которая используется для приготовления стартовых кормов в аквакультуре, содержит значительное количество полиненасыщенных жирных кислот, легко вступающих в реакции пероксидации с образованием токсичных продуктов, отрицательно влияющих на рост рыб [1]. В последние годы появилась тенденция увеличения жира в составе рыбных кормов, т.к. это способствует существенному повышению скорости роста рыб, увеличению перевариваемости питательных веществ, снижению загрязнения воды экскрементами и уменьшению затрат корма на единицу прироста [2]. Для торможения процессов пероксидного окисления липидов (ПОЛ) применяют синтетические и природные антиокислители, которые, вступая в реакцию со свободными радикалами жирных кислот, сдерживают развитие процессов пероксидации [3]. В последние годы предпринимаются многочисленные попытки структурной модификации существующих антиоксидантов с целью повышения эффективности их действия. Серосодержащие производные алкилированных фенолов, имеющие в молекулах сульфидные группы, являются известными полифункциональными антиоксидантами (АО) и широко используются в промышленном производстве в качестве стабилизаторов полимеров. Высокая противooksислительная эффективность данных гибридных соединений связана с множественным механизмом их антиоксидантного действия. Фенольный фрагмент обуславливает антирадикальную активность, серосодержащие группы — противопероксидную. Возможно также проявление данными соединениями эффекта внутримолекулярного синергизма.

Учитывая, что в качестве источника сульфид-ионов *in situ* широко используется тиацетамид [4] в работе изучено влияние новых производных фенола, содержащих тиацетамидный фрагмент (**I**, **II**) на рыбоводно-биологические и биохимические показатели молоди русского осетра. Исследование проведено в сравнении с влиянием ионола – известного синтетического фенольного антиоксиданта, который широко используется для стабилизации липидов рыбных кормов (Рисунок 1).

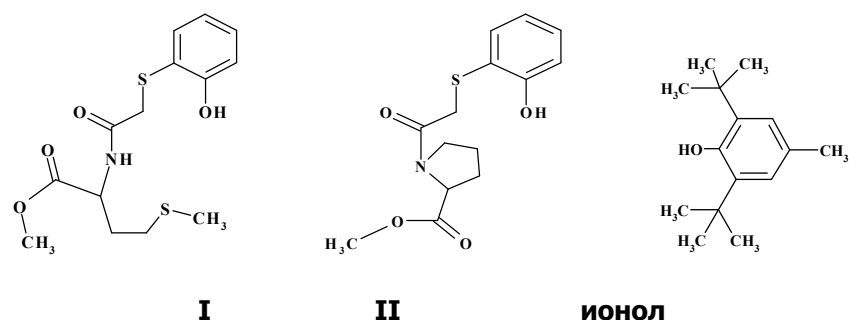


Рисунок 1 – структура исследуемых фенольных соединений

Опыты на молоди осетровых рыб проводили в аквариальных лабораториях с использованием систем фильтрации и аэрации воды. Исследование проведено на 60 (4 группы по 15 рыб в каждой) сеголетках русского осетра (*Acipenser gueldenstadtii Brandt*) средней массой 90-100 г и длиной 26-27 см, находящихся на стандартном рационе с дополнением к основному рациону исследуемых соединений в качестве антиоксидантов. В контрольной группе молодь осетра получала основной рацион в виде сухого гранулированного рыбного комбикорма Aller Sturgeon (размер гранулы 2 мм). Расчет нормы кормления производили, исходя из массы тела и температуры воды, по специально разработанным кормовым таблицам [5]. Кормление проводили вручную, размер крупки соответствовал массе рыб. Молодь осетра в остальных опытных группах дополнительно к основному рациону получала соединения **I**, **II** и ионол в дозе 150 мг на 1 кг комбикорма. При проведении исследования руководствовались правилами работ с использованием экспериментальных животных [6]. Период выращивания молоди составил 30 суток. Результаты выращивания оценивали по росту и выживаемости. Среднесуточную скорость роста определяли по формуле сложных процентов [7]. Скорость пероксидного окисления липидов (ПОЛ) гомогената печени молоди определяли по стандартной методике [8].

Установлено, что при добавлении в корм молоди исследуемых соединений повысилась выживаемость молоди, увеличилась среднесуточная скорость роста (табл.1). Если в контрольной группе выживаемость составила 79%, то во всех остальных экспериментальных группах – 100%. Кормление молоди русского осетра рыбными кормами с добавками соединений **I**, **II** и ионола не приводило к снижению массы особей, во всех группах отмечался абсолютный прирост, превышающий данный показатель контрольной группы. Максимальный прирост наблюдался при скармливании кормов, содержащих соединение **I**.

Таблица 1 - Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди осетра при добавлении в корм соединений **I**, **II** и **ионола** (период выращивания – 30 суток)

Соединения	Абсолютный прирост, г	Среднесуточная скорость роста, %	Выживаемость, %
Контроль	3,86±1,29	0,13	79
I	4,50±1,29	0,15	100
II	4,07±1,33	0,15	100
ионол	4,41±1,24	0,14	100

На протяжении всего эксперимента никаких отклонений в поведении молоди рыб не наблюдалось. Полученные данные по влиянию исследуемых соединений на рост и развитие молоди русского осетра свидетельствуют о благоприятном влиянии новых тиацетамидных производных фенола на рыб.

Эффективность антиоксидантного действия новых производных фенола оценивали по накоплению вторичных карбонильных продуктов пероксидного окисления липидов гомогената печени гидробионтов, дающих окрашенный комплекс с тиобарбитуровой кислотой – ТБК –активные продукты

(ТБК-АП). В работе определяли уровень ТБК-АП при спонтанном (ТБК-АП_{сп}) и индуцированном аскорбатзависимом (ТБК-АП_{ас}) ПОЛ, а так же исходный (базальный) уровень ПОЛ (ТБК-АП_{ис}) гомогената печени молоди осетра.

Обнаружено, что добавка в корм фенольных соединений приводила к снижению ПОЛ в гомогенатах печени гидробионтов (таблица 2).

Таблица 2 – Уровень пероксидного окисления липидов гомогената печени молоди русского осетра *in vivo* в присутствии исследуемых соединений

Соединения	Уровень ПОЛ, нмоль/г		
	ТБК-АП _{сп}	ТБК-АП _{ас}	ТБК-АП _{ис}
Контроль	5,49±0,13	5,85±0,03	5,52±0,07
I	4,77±0,06	5,07±0,03	4,74±0,07
II	5,26±0,07	5,59±0,03	5,26±0,07
ионол	4,27±0,05	5,32±0,02	4,59±0,06

При спонтанном ПОЛ наибольшую активность демонстрирует ионол, снижая уровень ПОЛ на 22%. При индуцированном ПОЛ наибольшая эффективность антиоксидантного действия характерна для соединения **I**, добавка которого в корм приводит к снижению данного кинетического параметра ПОЛ печени молоди осетра на 14%. Снижение ТБК-АП_{ас} представляется важным, поскольку при индуцированном ПОЛ генерируются реактивные формы кислорода, которые инициируют реакции ПОЛ. Исходный уровень ТБК-АП в гомогенатах печени рыб также снижался на 14% при добавлении в корм соединения **I** и ионола. В случае соединения **II** снижение уровня ТБК-АП_{ис} было незначительным – 4%.

Таким образом, выявлена способность новых производных фенола, содержащих тиацетамидный фрагмент, снижать проявления окислительного стресса в печени рыб, оказывать благоприятное влияние на биологические показатели (рост и вес) молоди русского осетра. Показано, что антиоксидантная активность данных соединений сравнима с действием известного антиоксиданта ионола.

Список использованных источников

1. Остроумова И.Н. Физиолого-биохимическая оценка состояния рыб при искусственном разведении // Современные вопросы экологической физиологии рыб - М., Наука, 1979. – С.59-67.
2. Остроумова И.П. Особенности кормления рыб / И. Н. Остроумова - М.: Зооиндустрия. - 2004. - № 11. - [Электронный ресурс]. URL: <http://fish-rb.ucoz.ru/publ/4-l-0-20> (дата обращения: 31.08.2021).
3. Бурлакова Е.Б. в кн. Химическая и биологическая кинетика. Новые горизонты. —Учебное пособие. — М.: Медицинское информационное агентство, 2012. — 384 с.М.: Химия, 2005. №2. —10 с.
4. Gunning H.E. Thioacetamide as a sulfide precipitant in qualitative and quantitative analysis //Journal of Chemical Education— 1955. — vol. 32, no. 5. — P. 258.
5. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. — Астрахань: Изд-во «Нова плюс», 2002. — 254 с.
6. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных// Приказ Мин.здравоохранения СССР от 12 августа 1977 г. №755.
7. Castell J.D. Tiews K. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of the methodology in fish research. Hamburg (Federal Republic of Germany), march 21-23, 1979 // EIFAC Tech. Pap. 1979. – v. 36. – P. 1-24.
8. Строев Е.Н., Макарова В.Г., Матвеева И.В. Практикум по биологической химии// Учебное пособие. — М.: Медицинское информационное агентство, 2012. — 384 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках госзадания, проект № 01201354245.

КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ CLORELLA С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Зибарев Н.В., Торгаева Е.А., Политаева Н. А.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В работе исследована возможность использования сточных вод ООО «Пивоваренной кампании «Балтика» в качестве основы питательной среды для культивирования микроводорослей. Было изучено влияние различного разбавления суспензии микроводорослей *Chlorella sorokiniana* выращенные на питательной среде с неочищенными сточными водами пивоваренной промышленности (СВ) в процентном соотношении: СВ:Х 70:30; 50:50, 30:70 на скорость культивирования и жизнеспособность микроводорослей.

Ключевые слова. Микроводоросли, питательная среда, очистка сточных вод, пивоваренная промышленность.

CULTIVATION OF CLORELLA MICROALGAE WITH THE USE OF INDUSTRIAL WASTEWATER

Zibarev N.V., Torgaeva E.A., Politaeva N.A.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. The paper investigates the possibility of using waste water from Baltika Breweries as a basis of a nutrient medium for the cultivation of microalgae. The effect of various dilutions of a suspension of *Chlorella sorokiniana* microalgae grown on a nutrient medium with untreated wastewater from the brewing industry (CB) was studied in percentage use: CB: X 70:30; 50:50, 30:70 on the rate of cultivation and viability of microalgae.

Keywords. Microalgae, culture medium, waste water treatment, brewing industry.

Водоросли используются, в основном, для получения белка. Весьма перспективны в этом отношении и культуры одноклеточных водорослей, в частности высокопродуктивных штаммов рода *Chlorella* и *Scenedesmus*. Их биомасса после соответствующей обработки используется в качестве добавки в рационы скота, а также в пищевых целях. Одноклеточные водоросли выращивают в условиях мягкого теплого климата (Средняя Азия, Крым) в открытых бассейнах или закрытых культиваторах со специальной питательной средой. К примеру, за теплый период года (6—8 месяцев) можно получить 50—60 т биомассы хлореллы с 1 га, тогда как одна из самых высокопродуктивных трав — люцерна дает с той же площади только 15—20 т урожая.

Хлорелла содержит около 50 % белка, а люцерна — лишь 18 %. В целом в пересчете на 1 га хлорелла образует 20—30 т чистого белка, а люцерна — 2—3,5 т. Кроме того, хлорелла содержит 40 % углеводов, 7—10 % жиров, витамины А (в 20 раз больше), В₂, К, РР и многие микроэлементы. Варьируя состав питательной среды, можно процессы биосинтеза в клетках хлореллы сдвинуть в сторону накопления либо белков, либо углеводов, а также активировать образование тех или иных витаминов.

Питательная среда для культивирования микроводорослей содержит ряд микро и макроэлементов, необходимых для быстрого роста одноклеточны.

Сточные воды пищевой промышленности содержат сравнительно большое количество биогенных элементов: азота, фосфора и калия, которые необходимы для культивирования биомассы микроводорослей. Поэтому сточные воды пищевой промышленности возможно использовать как основу для создания питательной среды культивирования микроводорослей [1].

Использование микроводорослей для биологической очистки стоков изучено в различных работах [2-5]. Авторы [2] исследовали извлечение ионов тяжелых металлов - меди, никеля, кадмия из питьевых вод *C. sorokiniana*, иммобилизованной на вытяжке из водорослей ламинария. Использовали растворы с концентрациями от 5 до 350 мг/л, рН 3-7. Установлено, что оптимальное время контакта биосорбента с модельным раствором составляет 180 мин. В работе [3] клетки *C. sorokiniana* иммобилизовали на спонже из люфы для извлечения ионов хрома. Эффективность извлечения ионов

хрома (III) составила 98 %, сорбционная емкость 69,9 мг/г. Также процессы сорбции трехвалентного хрома с помощью зелёных водорослей изучались в работе [4]. Сорбцию металла проводили с помощью специально приготовленных гранул диаметром несколько миллиметров, которые состоят из полимерной основы и включенным в неё порошка из *C. vulgaris* или *S. acutus*. Значительное количество приемов и методов по иммобилизации микроводорослей в разнообразных матрицах описано в статье [5]. Исследование биосорбентов из остаточной биомассы микроводорослей и биополимера хитозана описано в статье [6]. В работе [7] использованы сточные воды свиноводческих ферм для культивирования микроводорослей и одновременной очистки стоков.

Цель данной работы - изучить возможность использования микроводорослей *Chlorella sorokiniana* для биологической очистки сточных вод пивоваренного завода г Санкт-Петербурга при одновременном культивировании биомассы микроводорослей.

Процессы очистки сточных вод - культивирования микроводоросли проводили при освещении лампой дневного света (2600 люкс) и температуре 25 ± 1 °С. Аэрацию суспензии осуществляли аэратором Xilong AP-003, с интенсивностью аэрации – 2×2.5 л/мин. Конструкция биореактора и условия для культивирования микроводорослей подобраны в источниках [8].

Неочищенные сточные воды ООО «Пивоваренная компания Балтика» (таблица 1) содержат в своем составе соединения азота и фосфора, которые являются макроэлементами необходимыми для питания микроводорослей и входят в состав питательной среды для культивирования микроводорослей (таблица 2)

Микроводоросли *Chlorella sorokiniana* выращенные на питательной среде (таблица 2), смешивали с неочищенными стоками пивного завода «Балтика» в следующем процентном соотношении: СВ:Х 70:30; 50:50, 30:70, где СВ - сточная вода, Х – суспензия хлорелла в питательной среде с начальной оптической плотностью $D=0.5$. Объем каждой смеси составлял 1 л.

Таблица 1 – Состав сточных вод ООО «Пивоваренная компания «Балтика»

рН, 6,5<Pr H<7,5	ХПК ПДК <5500	Нобщ ПДК <120	NH4–N	NO2–N	NO3– N	Робщ ПДК < 27	PO4–P, ПДК< 15	SO4, ПДК< 300	Ca ПДК <150
ед	мгл	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л
6,9	5650	43.77	20.85	0.022	1.6	11.85	25.86	207.2	22.3

Таблица 2 - Состав среды для культивирования микроводорослей

№	Компонент	Концентрация, мкг/л
1	ZnSO₄·7H₂O	100
2	CuSO₄·5H₂O	10
3	CoSO₄·7H₂O	100
4	MnCl ₂ ·4H ₂ O	500
5	H ₃ BO ₃ ·WF	50
5	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	100
7	FeCl ₃ ·6H ₂ O	4,000
8	Na ₂ EDTA·2H ₂ O	6,000
9	KNO₃	1000
10	KH₂PO₄	100 000
11	MgSO₄·7H₂O	240 000

Скорость культивирования микроводорослей определяли по изменению оптической плотности. Измерение оптической плотности суспензии микроводорослей проводили с помощью спектрофотометра КФК-3.

Неочищенные сточные воды ООО «Пивоваренная компания Балтика» содержат в своем составе соединения азота и фосфора, которые являются макроэлементами необходимыми для питания микроводорослей и входят в состав питательной среды для культивирования микроводорослей.

Сточные воды смешивали с питательной средой в соотношении 50:50, 30:70,70:30

Изменение оптической плотности и соответственно числа клеток микроводорослей в процессе очистки- культивирования на сточных водах пивоваренного завода не значительно, но увеличивается (рисунок 1).

Из рисунка 1 видно, что наиболее благоприятными соотношениями сточной воды к суспензии микроводорослей *Chlorella sorokiniana* в растворе питательной среды являются СВ:Х -50:50%, 30:70%, при этом на 3 сутки наблюдается рост биомассы, на 6 и 8 сутки его спад. График сопоставим со стандартной кривой роста периодической культуры микроорганизмов. Прослеживаются лаг-фаза, фазы экспоненциального роста и отмирания. Происходит непрерывное изменение физиологического состояния клеток, концентрация микроорганизмов нарастает и останавливается. Это происходит либо из-за недостатка питательной среды, либо накопления продуктов жизнедеятельности.

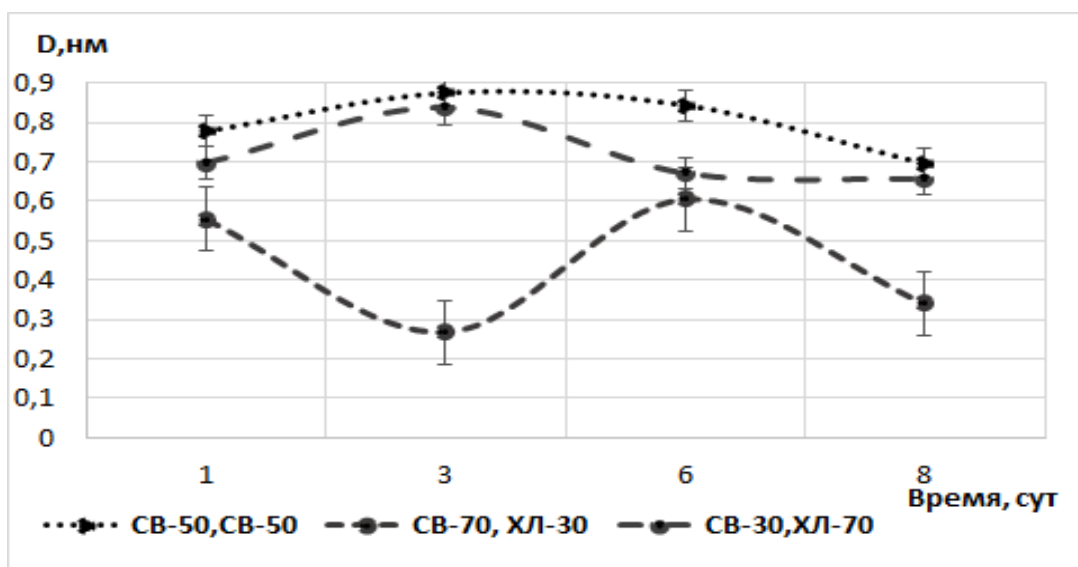


Рисунок 1 – Значения оптической плотности микроводоросли *Chlorella sorokiniana* в процессе культивирования в смеси со сточными водами ООО «Пивоваренная кампания «Балтика» (начальная оптическая плотность в исходной суспензии микроводорослей D=0,506

При отношении 70:30 очевидно пагубное влияние стоков на рост микроводорослей. Микробиологический анализ показал, что на 3 сутки происходит гибель клеток микроводорослей. Увеличение значения оптической плотности на 6 сутки обусловлено наличием осадка из отмерших клеток в суспензии, через которую проходил световой поток. Начальный зеленый цвет раствора микроводорослей с различным соотношением сточных вод на 8 сутки изменился в случае соотношения 50:50 зеленая окраска стала мутно зеленая, а в случае 70:30 раствор приобрел коричневую окраску, что подтверждает гибель клеток микроводорослей. Для раствора с соотношением 30:70 цвет раствора не изменился, он имел ярко-зеленую окраску, как и в первый день культивирования, что соответствует цвету здоровых клеток

Выводы: в результате проделанной работы было установлено, что культивирование микроводорослей возможно при добавлении сточных вод пивоваренной промышленности. Оптимальное соотношение сточных вод и питательной среды 30:70.

Список использованной литературы

1. Политаева Н.А., Смятская Ю.А., Кузнецова Т.А., Олышанская Л.Н., Валиев Р.Ш.// Культивирование и использование Микроводорослей *Chlorella* и высших водных растений ряска *Lemna* // монография 2017. - Саратов: ИЦ «Наука», 2017
2. Biosorption characteristics of unicellular green alga *Chlorella sorokiniana* immobilized in loofa sponge for removal of Cr(III) [Text] / N. Akhtar, M. Iqbal, Z. S. Iqbal et al. // Journal of Environmental Sciences. - 2008. - V. 20. - P. 231–239.
3. Ardila, L. Sorption capacity measurement of *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* to remove chromium from tannery waste water / L. Ardila, R. Godoy, L. Montenegro // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2017, 83. - P. 1-16

4. Novel fungal pelletization-assisted technology for algae harvesting and wastewater treatment / W. Zhou, Y. Cheng, Y. Li et al. // *Applied Biochemistry and Biotechnology*. - 2012. - V. 167, №2. - P. 214-228.
5. Biomass and biofuels from microalgae: advances in engineering and biology. / N.R. Moheimani, M.P. McHenry, K. de Boer et al. - Springer International Publishing. 2015, - 373 p.
6. Щербakov П.Н. Влияние избытка органического и неорганического углерода на поглощение ортофосфата клетками *Chlorella vulgaris* // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2017». 2017. – С. 1-2.
7. Мамедова, Т. Т. Различные подходы к накоплению биомассы водорослей *Chlorella vulgaris* и процессам ее биокаталитической трансформации: дисс. к.х.н. / Т. Т. Мамедова. - Москва, 2015. - 176 с.1.
8. Смятская Ю.А., Политаева Н.А., Собгайда В.С. Фотобиореакторы для культивирования микроводоросли *Chlorella sorokiniana* // Вестник Технологического университета. 2018. - № 2. - С.224-227.

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ФОРЕЛИ В УЗВ

Решетникова О.В., Осипова Т.С.

Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация

Аннотация. В условиях современной аквакультуры при высокой концентрации форели в выростных емкостях, когда роль естественной пищи практически сводится к нулю, резко возрастают требования к полноценности применяемых гранулированных кормов. Физиологические принципы кормления рыб требуют, чтобы комбикорма содержали все без исключения компоненты питания, необходимые для нормального роста и развития организма в достаточных количествах и соотношениях. В статье представлены результаты исследования химического состава гранулированного корма для форели.

Ключевые слова. Аквакультура, форель, корма, гранулированный корм, белок, жир

FEATURES OF GROWING TROUT IN RAS

Reshetnikova O.V., Osipova T.S.

Leningrad State University named after A.S. Pushkin, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. Under the condition of modern aquaculture with a high concentration of trout in nursery tanks, when the role of natural food is practically reduced to zero, the requirements for the usefulness of the used pelleted feed are sharply increasing. The physiological principles of fish feeding require that the feed contains all, without exception, the nutritional components necessary for the normal growth and development of the body in sufficient quantities and proportions. The article presents the results of a study of the chemical composition of pelleted feed for trout.

Keywords. Aquaculture, trout, feed, pellets, protein, fat.

На протяжении многовековой истории человечества спрос на рыбу как на продукт питания удовлетворялся главным образом за счет отлова в естественных водоемах. Доля искусственного рыборазведения стала существенной только к концу XX века, а в ближайшие годы роль аквакультуры становится доминирующей.

Основной целью рыбоводства – разведение рыбы в искусственных условиях – является прибыль. В себестоимости рыбы затраты на корм являются основной статьёй расходов, и их доля составляет 50-70 %. Чем рациональнее используют корма, тем прибыльнее разведение рыбы. Важнейшим вопросом в рациональном кормлении рыб является определение оптимального рациона (дозы суточного кормления), которая зависит от ряда факторов, прежде всего от температуры воды. Для каждого вида рыб существует оптимальная температура для роста, чем ближе температура воды к оптимальной для роста величине, тем выше (в определенных пределах) доза внесения кормов и быстрее рост рыб.

Рыба является прекрасным продуктом питания и потребляется на всей планете. Радужная форель – важнейший объект промыслового, спортивного и любительского рыболовства, а также объект пресноводной аквакультуры. Радужную форель культивируют во многих странах на всех континентах, это один из самых распространенных рыбоводных объектов. Вследствие высокой экологической пластичности к внешним условиям, способности активно потреблять корма, быстро расти, и высокие вкусовые качества мяса радужная форель стала основным объектом холодноводного рыбоводства в мире.

Мясо форели содержит полезные для организма человека вещества: омега-3, омега-6, витамины (А, D, E, водорастворимые витамины группы В), микроэлементы (калий, селен, цинк, магний, никель, железо, натрий, фосфор), жирные кислоты, незаменимые аминокислоты, высококачественный белок (20 %). В зависимости от вида и условий обитания химический состав мяса форели может несколько видоизменяться, но в среднем энергетическая ценность 100 г мяса составляет – 88 Ккал.

Одним из способов индустриального разведения радужной форели являются установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Установка замкнутого водоснабжения обеспечивает контроль

температуры, качества воды, оптимизирует производство рыбы, улучшает здоровье, предотвращает выход рыбы за пределы установки и попадания болезнетворных микробов, регулирует входящий и исходящий потоки воды, что снижает воздействие на окружающую среду и уровень используемой воды. Радужная форель в условиях УЗВ растёт достаточно хорошо. За год рыбу доращивают до веса 900-1400 г. УЗВ обеспечивает оптимальные условия: температура воды 13-17 °С, насыщение растворённым кислородом, растворённый $\text{CO}_2 < 25$ мг/л, нитритный азот $< 0,3$ мг/л, щелочная вода и гидросистема ёмкостей обеспечивает самоочищение и оптимальную скорость движения рыб. В ёмкостях выращивания объём воды меняется каждые 15-30 минут. Поддерживается постоянное освещение в течение суток, используются механические кормушки с таймерами, рыбу кормят равными порциями каждые 1-3 часа. Автоматическое кормление сопровождается ручным кормлением с регулярным наблюдением за поедаемостью корма и насыщением рыб. Такая схема кормления позволяет поддерживать постоянное качество воды в УЗВ, уровень биологического дыхания, потребности в кислороде и уровень загрязнения. Радужная форель питается агрессивно, поэтому используется медленно тонущий корм, распространяющийся посредством вращения дисков. Это способствует снижению конкуренции за корм среди рыб. Для форели весом менее 100 г коэффициент кормления $< 1:1$, форели весом 100-1000 г от 1:1 до 1,3:1 и весом более 1000 г от 1,3:1 до 1,5:1 [6].

Форель переходит на смешанное питание, то есть одновременно желтком и внешней пищей, на стадии развития личинок. Период подращивания личинок наступает с момента, когда желточный мешок рассасывается на 50 % от первоначальной величины, и личинки уверенно поднимаются на плав. Рыбы переходят сначала частично на внешнее питание, потом полностью. С этого момента их начинают кормить небольшим количеством стартового корма три-восемь раз в день. Затем кормят каждый час. Корм вносят по потребности в нем две-три недели, пока личинки не достигнут 1,2 см (5500 рыб/кг). Затем переходят на режим кормления, указанный в паспорте применяемых кормов. Начинают добавлять специальные промышленные стартовые комбикорма. Это уже полноценные личинки, для них организуют постоянное питание. Сбалансированные стартовые комбикорма для ранних этапов жизни форели содержат не менее 50 % протеина и 12-15 % жира. При высокой концентрации рыб контролируют чистоту воды в бассейне, постоянно убирают остатки кормов, которые разлагаясь, расходуют кислород и снижают качество воды.

Личинок содержат с высокой плотностью посадки до 25 тыс./м³. Уровень воды в бассейнах до 0,4 м. Для поддержания качества расход воды 3-5 л/мин./1000 особей.

Мальков форели в течение рыбоводного цикла выращивают до 25-30 г. С биологической точки зрения – это неполовозрелые организмы. При кормлении высокопродуктивными кормами и быстром росте форели (за 2-4 месяца) рыбопосадочным материалом являются фингерлинги (рыбы размером с палец) с индивидуальной массой 25-30 г [6].

В период выращивания контролируют численность и рост рыб, от которого зависит рациональное кормление. Длительность периода выращивания зависит в первую очередь от качества кормов и рационального кормления. Форель даже при низких плотностях посадки кормят искусственным кормом, преимущественно гранулированными и пастообразными кормами. Искусственное кормление является регулируемым процессом: рецептурный ассортимент корма; технология приготовления; метод кормления рыб.

Полноценный гранулированный корм для форели должен содержать (в %): протеина - 40-50, жира – 5-13, углеводов общих - 15-30, в т. ч. переваримых углеводов - 8-15, клетчатки - 2-5, минеральных солей – 10-15, влаги - до 15 %, энергии (в тыс. ккал/кг): общей – 4-5 и с учетом переваримости компонентов - 2,5-3,0. Кормовой коэффициент такого корма должен быть не более 2 [4].

Анализ качественных показателей гранулированных кормов проводили в санитарно-химической лаборатории на базе филиала ФБГЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» г. Луга. Определяли содержание массовой доли белка, жира, влаги в гранулированном корме, диаметр гранул 3,2 мм.

Массовую долю белка определяли по методу Кьельдаля. Метод основан на минерализации органических веществ пробы с последующим определением азота по количеству образовавшегося аммиака [2]. Массовую долю жира определяли по обезжиренному остатку. Метод основан на экстракции жира из продукта органическими растворителями в аппарате Сокслета, испарением растворителя и определении массы экстрагированного или обезжиренного остатка с последующим вычислением массовой доли жира [1]. Массовую долю влаги определяли методом высушивания пробы при температуре 150 ± 2 °С в течение 1 час. [3]. Анализ проб гранулированного корма показал: содержание массовой доли белка (41,31 %), жира (14,54 %), влаги (5,83 %) соответствует возрастным потребностям форели.

Аквакультура в нашей стране - одно из приоритетных направлений развития агропромышленного комплекса. Важным условием эффективного развития промышленной аквакультуры является наличие устойчивой кормовой базы и качественного состава кормов на

протяжении всего цикла выращивания. Использование кормового белка животного и растительного происхождения является приоритетной задачей и служит основой для сохранения окружающей среды благодаря снижению выбросов неусвоенного азота и фосфора в водоемы.

Список использованных источников

1. ГОСТ 26183-84 Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения жира (вариант по обезжиренному остатку). - М.: Издательство стандартов, 1984. - 4 с.
2. ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка (пункт 6). - М.: Стандартинформ, 2018. - 14 с.
3. ГОСТ 9793-2016 Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги. - М.: Стандартинформ, 2018. - 6 с.
4. Гамырин Е.Н. Кормление лососевых рыб в индустриальной аквакультуре. Автореферат. - М.: ВНИЭРХ, 1996. - 79 с.
5. Ковач Е. Производство на основе аквакультуры: условия успеха. //Рыба, 2019. Вып. 2. (23). - С. 18-24.
6. Решетникова О.В. Особенности выращивания радужной форели в Ленинградской области. V Балтийский морской форум, всероссийская научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Секция аквакультура. - Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет, 2017. – С. 139-140.

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРОИЗВОДСТВА АКВАКУЛЬТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

¹Ронжин А.Л., ¹Савельев А.И., ¹Крестовников К.Д.

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Потребность в качественной рыбной продукции и необходимость снижения антропогенной нагрузки в процессе производства на экологию требуют поиска компромиссных решений и привлечения современных технологий искусственного интеллекта, машинного обучения для автоматизации, цифровизации и роботизации производства аквакультуры, в том числе в установках замкнутого водоснабжения. В статье сформулированы ключевые научные и организационно-технологические направления системных преобразований производства аквакультуры на основе междисциплинарных исследований, комплексирования агропромышленных производств, популяризации науки и продвижения развлекательно-образовательных услуг. Приводится описание разработанных средств комплексной автоматизации управления сенсорными и активационными устройствами. Рассмотрен опыт их применения в системах аэропоники и варианты их внедрения в системах производства аквакультуры.

Ключевые слова. Аквакультура, установки замкнутого водоснабжения, контроллеры, автоматизация, анализ изображений, сенсорные системы, проактивное управление.

KEY DIRECTIONS OF SYSTEM TRANSFORMATIONS IN AQUACULTURE PRODUCTION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

¹Ronzhin A.L., ¹Savelyev A.I., ¹Krestovnikov K.D.

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. The need for high-quality fish products and the need to reduce the anthropogenic load on the environment in the production process require the search for compromise solutions and the use of modern artificial intelligence technologies, machine learning for automation, digitalization and robotization of aquaculture production, including in closed water supply installations. The paper provides the key scientific, organizational and technological directions of systemic transformations of aquaculture production on the basis of interdisciplinary research, the integration of agro-industrial industries, the popularization of science and the promotion of entertainment and educational services for residents of megacities. A description of the developed means of complex automation of the functioning of sensor and activation devices is given. The experience of their application in aeroponics systems and options for their implementation in aquaculture production systems are considered.

Keywords. Aquaculture, recirculating water installations, controllers, automation, image analysis, sensor systems, proactive control.

Эффективность производства аквакультуры в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) в полной мере зависит от качества мониторинга многочисленных физических, химических и биологических параметров и оперативного вмешательства в технологический процесс, в том числе специалистов ветеринаров. При проектировании подобного производства следует учесть аспекты негативного влияния на окружающую среду. Остатки несъеденных кормов, продукты метаболизма от выращиваемых гидробионтов, оседая на дне приводят к активному развитию фито-, зоо- планктона и бентоса, потребляющему кислород, и созданию безжизненных зон с высоким содержанием углекислого газа [1]. Одним из способов снижения негативного воздействия является применение биогенных кормовых добавок, в том числе повышающих резистентность рыбы к заболеваниям [2]. Кроме того, не соблюдение кислородного, температурного режимов, некачественные корма являются стрессовыми факторами для рыбы и ведут к развитию инфекционных процессов и нарушениям санитарно-гигиенического режима акватории. Для открытых водоемов практикуется использовать поликультуры для минимизации заражения рыб диплостомозом, постодиплостомозом [3].

Отходы от производства в виде водных растворов и сухих смесей, содержащих азот и фосфор, могут быть использованы в других видах сельскохозяйственного производства. В этом смысле представляет интерес совместного использования УЗВ с выращиванием водорослей и других растений в системах гидропоники или аэропоники. Вопросы совместного выращивания аквакультуры и сельскохозяйственных растений рассмотрены в работе [4], где экспериментальным путем доказан положительный эффект от добавления бактериального штамма в жидкость для опрыскивания растений, в избытке содержащей азот в результате жизнедеятельности рыб. В рамках единой агропромышленной производственной системы, риски создания которой оценивались в работе [5], одновременно планировалось реализовать комплекс по производству топливных пеллет, удобрений из золы, рыбы, кормов, пищевой продукции, глубокой переработке рыбы, а также системы автоматизации инженерных сетей. Также при стратегическом планировании имеет смысл предусмотреть возможность масштабирования производства и создания ситуационного центра управления территориально распределенными УЗВ.

Учитывая колоссальный объем новых междисциплинарных направлений, возникающих на стыке рыбоводства, цифровизации и роботизации, перспективным является создание научно-образовательного центра, проводящего фундаментальные и прикладные исследования, а также обучение специалистов в области рыбоводства. Популяризация научных исследований также будет востребована при создании рекреационных центров аквакультуры, в частности это будет актуально на экологически чистых территориях, примыкающих к мегаполисам. Институциональные, экономические и маркетинговые меры поддержки развития аквакультуры в регионах реализуются за счет введения государственных программ, определяющих плановые объемы федеральных и региональных средств на развитие аквакультуры, создания некоммерческих организаций, защищающих интересы производителей и содействующие реализации государственных программ и внесению предложений по изменению действующего законодательства, продвижения продукции, повышению спроса населения и поиска инвесторов для расширения действующего производства аквакультуры [6].

Рассмотрим основные направления научных исследований, касающихся автоматизации технологических процессов и прежде всего мониторинга и проактивного управления параметрами УЗВ. В настоящее время на УЗВ ежедневно проводится визуальный контроль поведения рыб, визуальный контроль качества воды и других параметров путем привлечения специалистов. Это существенно увеличивает себестоимость производства аквакультуры и не исключает человеческий фактор. В работе [7] рассматривается оптимизация алгоритма биотехнического процесса на основе методов машинного зрения для повышения эффективности процесса кормления гидробионтов в установках замкнутого водоснабжения и открытых садках аквакультуры. Основное внимание уделяется выбору оптических датчиков и влиянию их характеристик на качество съемки в водной среде. Анализ характеристик гидродинамических и термодинамических процессов, протекающих в установках замкнутого водоснабжения проводится в работе [8]. За счет применения имитационного и физического моделирования изменения температуры планируется оптимизировать технологические процессы, увеличивая продуктивность бассейнов и сокращая расходы на производство гидробионтов. Временные, температурные, пространственные параметры гидробионтов и их положения оцениваются на основе физического моделирования акустических и гидроакустических волн, отражающихся от гидробионтов в работе [9]. В морских и пресноводных акваториях также применяются телеметрические биоэлектронные станции на основе двустворчатых моллюсков для оперативного экологического мониторинга прибрежных зон и на фермах аквакультуры [10-11].

Для проектирования системы автоматического распознавания критических ситуаций поведения рыб или понижения качества воды необходимы базы данных с фото и видео материалами, идентифицирующими нормальную ситуацию, а также свидетельствующими о серьезном отклонении от стандартных показателей. Для машинного обучения автоматических систем классификации и распознавания потребуется ручная разметка вышеперечисленных фото и видео материалов. По мере обучения системы привлечение ручного визуального контроля будет постепенно снижаться.

Отечественных систем автоматизации оборудования рыбного хозяйства в настоящее время существует небольшое количество и в основном они предлагают решения частичной автоматизации управления отдельными процессами или устройствами. Один их проектов частичной автоматизации рыбной фермы, представленный в работе [12], описывает основные контролируемые параметры: наличие, уровень, температура воды; кислотность и электропроводность воды, содержание в ней азотных соединений; качество корма. Предлагаемые к разработке решения касаются автоматизации управления систем водоподготовки, фильтрации, отопления, в том числе регулирование скорости вращения барабанного фильтра; запорных устройств водо-, газоснабжения, работы нагнетателя воды, мощности котлов.

Исследования лаборатории автономных робототехнических систем и лаборатории технологий больших данных социкиберфизических систем СПб ФИЦ РАН направлены на разработку модельно-

алгоритмического и программно-аппаратного обеспечения обработки искусственных и естественных сигналов и образов, необходимых для автоматизации систем человеко-машинного взаимодействия, создания и поддержки роботизированных безлюдных производственных процессов [13-16]. Разработанное ранее оборудование и сопутствующие компоненты комплексной автоматизации были реализованы для управления вертикальными гидропонными и аэропонными фермами (рис. 1), в том числе система светодиодного освещения растений, системы контроля и автоматизации цикла выращивания, сенсорные системы для анализа состояния окружающей среды. В таблице 1 представлено описание разработанных модулей.

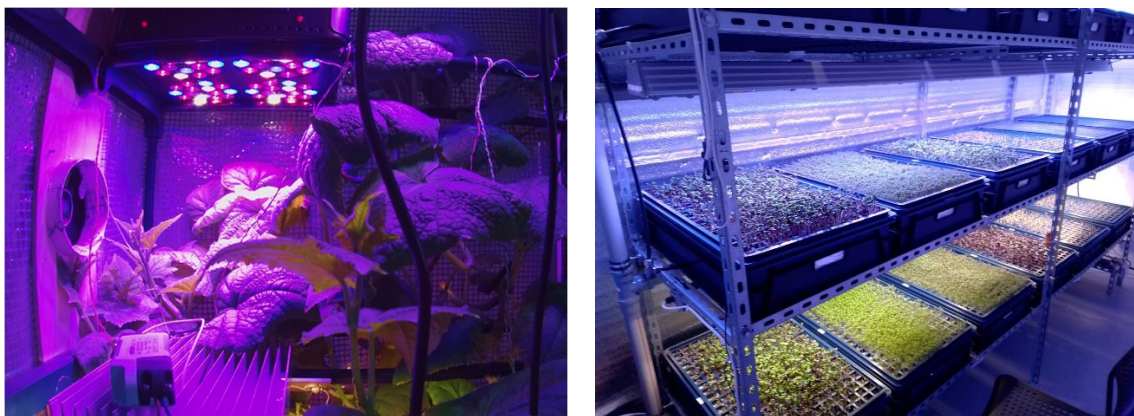


Рисунок 1 – Примеры автоматизации управления вертикальной фермой

Таблица 1 – Описание модулей автоматизации

Фото модуля	Наименование модуля	Описание характеристик модуля
	Плата управления частотным преобразователем	<ul style="list-style-type: none"> – микроконтроллер STM32 с ARM®-архитектурой 32-bit; – интерфейс передачи данных: LORA (беспроводной); – встроенные автономные часы реального времени; – возможность управления скоростью вращения АД во всем диапазоне; – 4 отдельных группы беспотенциальных контактов для управления функциями ПЧ (пуск/остановка двигателя насоса и т.п.); – питание модуля от сети 220 В.
	Плата управления освещением	<ul style="list-style-type: none"> – микроконтроллер STM32 с ARM®-архитектурой 32-bit; – интерфейс передачи данных: LORA (беспроводной); – встроенные автономные часы реального времени; – 12 отдельных каналов управления светимостью светодиодных ламп; – питание модуля от сети 220 В.

	<p>Плата контроля уровня доступа</p>	<ul style="list-style-type: none"> – микроконтроллер STM32 с ARM®-архитектурой 32-bit; – интерфейс передачи данных: LORA (беспроводной); – возможность управления нагрузкой 220В (электромеханические и электромагнитные замки); – считыватель RFID (распознавание карт и меток RFID); – возможность подключения дисплея I2C.
	<p>Плата комбинированного датчика</p>	<ul style="list-style-type: none"> – микроконтроллер STM32 с ARM®-архитектурой 32-bit; – интерфейс передачи данных: LORA (беспроводной); – встроенные автономные часы реального времени; – измерение температуры и влажности воздуха; – питание модуля: 5-15 В; – возможность подключения 3 внешних датчиков с аналоговым выходным сигналом.
	<p>Модуль управления</p>	<ul style="list-style-type: none"> – микроконтроллер Esp-wroom-32; – дисплей 128x64 с подсветкой с программируемым выводом информации; – интерфейс передачи данных LORA (беспроводной); – интерфейс передачи данных Wi-fi; – проводной интерфейс USB.

В рамках автоматизации систем производства аквакультуры разработанные модули планируется использовать для оценивания параметров водной и воздушной сред, управления системами освещения, кормления, а также контроля доступа персонала. Обработка параметров функционирования производства аквакультуры и сбор данных в единой системе позволит производить их комплексирование, анализировать причины возникновения критических ситуаций, а самое главное прогнозировать их появление в будущем. Это и есть суть проактивного управления. Также это позволит более оперативно корректировать параметры технологического процесса производства в зависимости от внутренних параметров водной среды, погодных условий окружающей среды, а также от состояния и этапа онтогенеза аквакультуры. Детальная проработка указанных аспектов будет рассмотрена в дальнейших исследованиях.

Список использованных источников

1. Гусева Ю.А. Оптимизация кормления - одно из условий получения безопасной рыбной продукции // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2018. № 4 (147). С. 56-63.
2. Тюрин В.Г., Семенов В.Г., Кузнецов А.Ф., Косяев Н.И., Никитин Д.А. Оценка воздействия прудовой аквакультуры на водные ресурсы // Вестник Чувашской ГСХА, 2020. №2. С. 83-89.
3. Нефедова С.А., Коровушкин А.А., Якунин Ю.В. Экологические и рыбоводно-хозяйственные аспекты подращивания личинок черного амура в системах с замкнутым циркулирующим водоснабжением // Вестник РГАТУ, 2020, № 3 (47), С. 32-36.
4. Гридина Т.С., Александрова У.С. Изучение особенностей выращивания объектов аквакультуры в аквапониической установке совместно с растениями и бактериальным штаммом // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 1. С. 96–102.

5. Кочеваткина Э.Ф., Волчкова Е.Н., Миляева Н.В. Идентификация и оценка рисков инновационно-инвестиционного проекта в сфере аквакультуры // Вестник алтайской академии экономики и права, 2020, № 12, С. 110-119.
6. Михайлов В.М., Яковлев А.Ю. Основные элементы механизма осуществления регионального протекционизма в аквакультуре в российской федерации // Муниципальная академия. 2020. № 3. С. 130-136.
7. Недоступ А.А., Ражев А.О., Хрусталеv Е.И., Молчанова К.А. Обоснование масштабов подобиa оптических величин в установках для выращивания гидробионтов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 1. С. 7–13.
8. Недоступ А.А., Ражев А.О., Хрусталеv Е.И., Бедарева О.М. К теории термодинамического подобиa установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов // Научный журнал «Известия КГТУ», 2020, № 57, С. 40-53.
9. Недоступ А.А., Ражев А.О., Хрусталеv Е.И. Обоснование масштабов подобиa акустических величин в установках для выращивания гидробионтов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 4. С. 29–36.
10. Гайский В.А., Гайский П.В. Биоэлектронная автоматическая станция для контроля состояния водной среды в аквакультуре // ТРУДЫ ВНИРО. 2021. Том 184. С. 159–168.
11. Холодкевич С.В., Мотрук М.К., Любимцев В.А., Сулопарова О.Н. Сравнительная биоэлектронная диагностика экологического состояния загрязненных акваторий (на примере некоторых протоков дельты Волги) // Формулы Фармации. 2021. Т. 3. № 1. С. 84-91.
12. Григорьев Д.М., Болгова Д.Л. Концептуальный проект частичной автоматизации установки замкнутого водоснабжения для рыбной фермы // International Journal of Open Information Technologies. 2021, vol. 9, no. 8, С. 52-57.
13. Суровцев В.Н., Паюрова Е.Н., Никулина Ю.Н., Шульгин И.К., Лужняк В.Д., Савельев А.И. Освоение цифровых технологий как фактор повышения конкурентоспособности производства органического молока // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 2. С. 3-7.
14. Крестовников К.Д., Ерашов А.А., Быков А.Н. Разработка схемотехнического решения и конструкции емкостной матрицы датчиков давления для применения в робототехнике // Робототехника и техническая кибернетика. 2020. Т. 8. № 4. С. 296-307.
15. Ронжин А.Л., Нго К.Т., Нгуен В.В. Задачи управления обменом физических ресурсов между сельскохозяйственной техникой разной степени роботизации // Известия ЮФУ. Технические науки. 2020, №1. С. 40-51.
16. Крестовников К.Д., Быков А.Н., Ерашов А.А. Масштабируемая архитектура и структура модулей распределенной системы управления процессами промышленных тепличных комплексов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. 23(1): 433-441.

СОСТОЯНИЕ И ИХТИОФАУНА МАЛЫХ СТЕПНЫХ РЕК РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ВОДОЕМОВ БАСЕЙНА РЕКИ АЮТА

^{1,2}Старцев А.В., ¹Савицкая С.С., ¹Корчунов А.А.

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

²Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. На основании собственных полевых исследований установлен видовой состав ихтиофауны водоемов бассейна р. Аюта, который включает 11 видов рыб, относящихся к трем семействам. Рассмотрены проблемы сохранения видового разнообразия и малых рек, так как их водосборные бассейны имеют важное значение в формировании гидрологии средних и крупных рек.

Ключевые слова. Ихтиофауна, река, пруд, рыба, водосбор, водоем.

STATE AND ICHTHYOFAUNA OF SMALL STEPPE RIVERS OF ROSTOV REGION BY EXAMPLE OF WATER BODIES OF AYUTA RIVER BASIN

^{1,2}Startsev A.V., ¹Savitskaya S.S., ¹Korchunov A.A.

¹Federal State Budgetary Institution of Science "Federal Research Centre The Southern Scientific Centre of the Russian Academy of The Sciences", Rostov-on-Don, Russian Federation

²Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. Based on our own field studies, the species composition of the ichthyofauna of the reservoirs of the Ayuta River basin, which includes 11 species of fish belonging to three families, has been established. The problems of preserving the species diversity of small rivers are considered, since their catchment basins are important in the formation of the hydrology of medium and large rivers.

Keywords. Ichthyofauna, river, pond, fish, catchment, reservoir.

Ростовская область находится в пределах степного, сухостепного и полупустынного зональных типов ландшафтов, характеризуется недостаточным увлажнением, средняя величина коэффициента которого в области равна 0,44, что соответствует границе между засушливой и очень засушливой территориями по обеспеченности влагой [1].

Водная система Ростовской области относится к бассейну Азовского моря. Большинство рек области являются водотоками Нижнего Дона, и лишь небольшая часть, на юго-западе области впадает непосредственно в Азовское море [2].

Всего Ростовская область насчитывает 4991 реку, из которых три являются большими и пригодными для судоходства, это р. Дон, р. Маныч и р. Северский Донец, 8 средних рек, 404 малых и 4576 очень малых рек. Здесь под понятием малых и очень малых рек, мы принимаем водотоки 25-100 км – малые и менее 25 км – самые малые [3]. На территории бассейнов малых рек, Ростовской области приходится 1/3 суммарного многолетнего стока, всех водотоков Азовского бассейна региона.

Большинство малых рек области равнинные, протекающие в засушливой степной зоне, что определяет их чрезмерное хозяйственное использование. Таким образом, тесная связь с местными природными условиями и высокой антропогенной нагрузкой, в экологическом плане делает малые реки гораздо уязвимыми, чем более крупные внутренние водотоки. Также высокая зависимость от природных условий и хозяйственной деятельности формирует экологическую ситуацию водосбора как собственной территории, так и общего бассейна [4].

В целом, ихтиофауна бассейна Нижнего Дона достаточно богата своим видовым разнообразием. Современный состав ихтиофауны Нижнего Дона, включающем в себя участок реки, протяжением 313 км от Цимлянской плотины до устья, пойму и дельту площадью 340 км², с большим количеством рукавов и проток, устьевые участки притоков р. Северский Донец и р. Маныч, представлен от 70 до 74 видами круглоротых и рыб, относящихся к 16–18 семействам [5]–[8].

Основная часть видов описана для р. Дон и ее крупных притоков. Ихтиофауна малых рек не так богата, как основная водная артерия области, ее основу составляют мелкие непромысловые виды, либо молодь массовых видов семейств карповые и окуневые.

Ихтиологические исследования проведены в конце мая, начале июня 2020 г. Отлов рыбы осуществлялся ставными жаберными сетями, с шагом ячеи 14, 20, 25, 40 и 50 мм, вершей и мальковой волокушей. Кроме этого, в январе 2020 г. был проведен опрос рыбаков-любителей, на предмет уловов зимними удочками, рыбакам предлагалось самим определить видовой состав и количество пойманных рыб.

Пруд, расположенный рядом с Южным парком птиц «Малинки» типичен для малых степных рек Ростовской области, представляет собой русловое водохранилище безымянного притока р. Аюта, образовано путем возведения дамбы в предустьевом участке водосборной балки (рис. 1). Ложе пруда углублено за счет карьерной выработки камня.

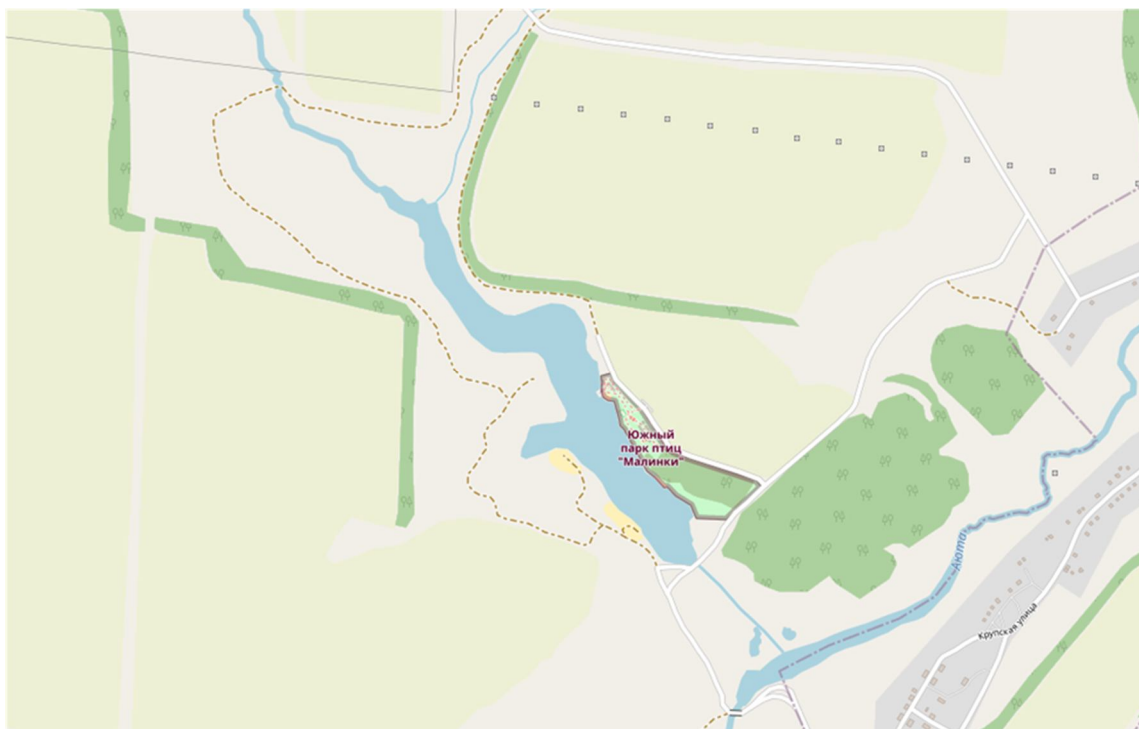


Рисунок 1 - Пруд безымянного притока р. Аюта

Как типичное водохранилище речного (руслового) вида, пруд имеет вытянутую форму, течение стоковое, водная масса по своим характеристикам близка к речной воде. Объем стока формируется за счет снегового, дождевого и подземного питания. Водосбор осуществляется со склонов балки. Длина пруда составляет 1400 м, а ширина 160 м. Максимальная глубина – 12 м. Дно водоема относительно ровное, большая часть пруда имеет глубину около 10 м. Верхний плес – пологий, мелководный и относительно узкий. Нижний, напротив, имеет крутые обрывистые берега с резким свалом глубин. Содержит основной объем воды. Кромка берега короткая, поросшая высшей растительностью, тростником и рогозом.

Река Аюта (балка Аюта), является правым притоком реки Грушевки, бассейна реки Тузлов. Длина 47 км, площадь водосбора 318 км². Питается подземными водами. Наиболее обильные источники расположены к северу от одноименного села.

По литературным источникам [5] в бассейне р. Тузлов отмечено 22 вида рыб, принадлежащие к 6 семействам: карповые, сельдевые, щуковые, окуневые, бычковые, игловые.

Видовой состав ихтиофауны пруда в целом соответствует таковому р. Тузлов (правый приток Дона), к бассейну которого, относится р. Аюта с ее притоками.

В результате исследований, включающих обловы различными орудиями лова, и опросные данные было установлено 11 видов рыб из 3 семейств (таблица 1).

Основу улова составили малоценные виды: уклейка, плотва, красноперка и мелкие окуни. В результате опроса выявлены поимки более ценных видов: щуки, сазана и судака, также отмечены донской пескарь и голавль (рисунок 2).

Таблица 1 - Видовой состав ихтиофауны водоемов

Вид	Статус (для района исследований)	Место поимки	Источник данных, орудие лова
Сем. Esocidae - щуковые			
Щука <i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	обычный	р. Аюта	опрос
Сем. Cyprinidae – карповые			
Голавль <i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	малочисленный	р. Аюта	опрос
Донской пескарь, или короткоусый пескарь <i>Gobio brevicirris</i> Fower, 1976	эндемик, малочисленный	р. Аюта пруд	волокуша, опрос
Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	многочисленный	пруд	жаберная сеть
Обыкновенный горчак <i>Rhodeus sericeus amarus</i> (Bloch, 1782)	обычный	пруд	подхват 80x80 см
Плотва <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	многочисленный	пруд р. Аюта	жаберная сеть, волокуша, опрос
Сазан <i>Cyprinus carpio carpio</i> Linnaeus, 1758	редкий	пруд	опрос
Серебряный карась <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch, 1782)	вселенец, обычный	пруд р. Аюта	жаберная сеть, волокуша, опрос
Уклея <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	многочисленный	пруд р. Аюта	жаберная сеть, волокуша, подхват 80x80 см
Сем. Percidae - окуневые			
Речной окунь <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	обычный	пруд	жаберная сеть, верша, опрос
Судак <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	обычный	пруд	жаберная сеть

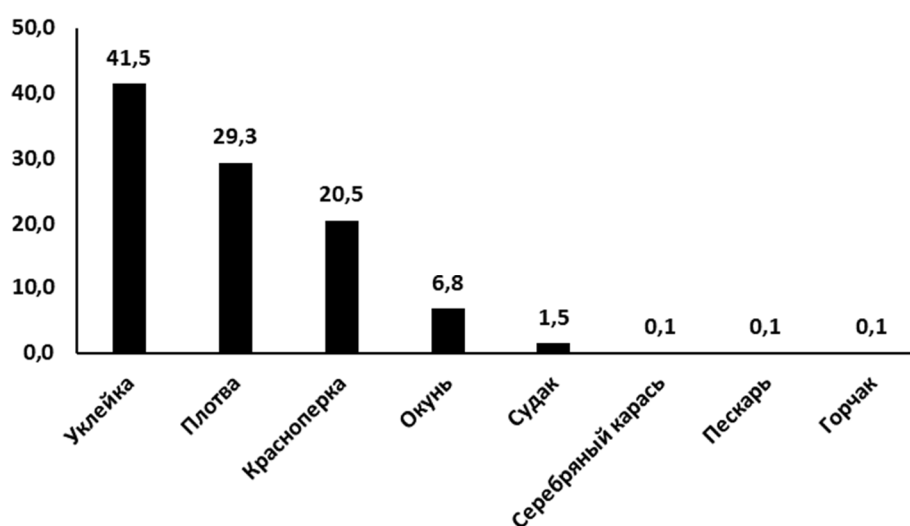


Рисунок 2 - Видовой состав и соотношение в уловах

Массовое наличие уклейки, плотвы, красноперки свидетельствуют о неблагоприятной экологической обстановке в водоемах, ухудшении воспроизводства для реофильных рыб и вытеснением их вышеназванными видами.

Анализ видового и количественного состава ихтиофауны показал отрицательное действие антропогенного пресса на малые водотоки степной зоны Ростовской области.

Малые реки подобные Аюте, и их водосборные бассейны имеют важное значение в формировании гидрологии средних и крупных рек и поэтому требуют комплексного подхода к восстановлению их прежнего водного режима.

Исследования выполнены в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН «Оценка современного состояния, анализ процессов формирования водных биоресурсов южных морей России в условиях антропогенного стресса и разработка научных основ технологии реставрации ихтиофауны, сохранения и восстановления хозяйственно ценных видов рыб», № государственной регистрации 01201354245.

Список использованных источников

1. Смагина Т.А. Ландшафтоведение: учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. – 2011. – 134 с.
2. 25 главных рек Ростовской области // URL: <https://must-see.top/reki-rostovskoj-oblasti/> (дата обращения: 07.08.2021)
3. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 7. Донской район / под ред. Д.Д. Мордухай-Болтовского. – Л.: Гидрометеиздат. – 1964. – 267 с.
4. Жихарев А.М. Малые реки Ростовского региона: морфология и специфика // Ярославский педагогический вестник. – 2005. – № 2(43). – С. 162–165.
5. Лужняк В.А., Корнеев А.А. Современная ихтиофауна бассейна Нижнего Дона в условиях антропогенного преобразования стока // Вопросы ихтиологии. – 2006. – Т. 46. – №4. – С. 73–84.
6. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Лужняк В.А., Старцев А.В. Результаты ихтиологических исследований устьевого взморья Дона. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. – 2014. – 160 с.
7. Лебедева Н.В., Ломадзе Н.Х., Савицкий Р.М. Большой баклан *Phalacrocorax carbo sinensis* в дельте Дона // Бранта: Сб. науч. тр. Азово-Черноморской орнитол. станции. – 2008. – Вып. 11. – С. 159–168.
8. Старцев А.В., Казарникова А.В., Савицкая С.С., Шестаковская Е.В., Стрижакова Т.В., Безгатчина Т.В., Каменцева О.М. Результаты ихтиологических наблюдений в восточной части Таганрогского залива и дельте Дона. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. – 2010. – 96 с.

УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

Трошева Д.А.

Донской Государственный Технический Университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Установка замкнутого водоснабжения позволяет решить вопросы создания необходимой среды обитания рыб, улучшения темпов роста, проведения опытов над рыбами и улучшения условий работы ферм, рационального использования больших площадей и участков. Такая установка способна самостоятельно вести все работы на рыбной ферме с помощью автоматики. Управление системой осуществляется на базе персонального компьютера с помощью программ.

Ключевые слова. Установка замкнутого водоснабжения, аквакультура, автоматизация, рыбная ферма, выращивание рыбы, современные технологии, автоматизированная система, контроллер, температурный режим, очистка ферм.

CLOSED WATER SUPPLY UNITS AS A SOURCE OF AQUACULTURE DEVELOPMENT

Trosheva D.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. The installation of a closed water supply allows you to solve the problems of creating the necessary habitat for fish, improving growth rates, conducting experiments on fish and improving the working conditions of farms, rational use of large areas and plots. Such an installation is capable of independently conducting all work on a fish farm using automation. The system is controlled on the basis of a personal computer using programs.

Keywords. Closed water supply installation, aquaculture, automation, fish farm, fish farming, modern technologies, automated system, controller, temperature regime, farm cleaning.

Одной из важнейших задач государственной программы развития рыбохозяйственного комплекса является улучшение среды обитания рыб и увеличение разнообразных видов с помощью создания новых пород, наиболее приспособленных к современным условиям климата.

По мнению отечественных специалистов и рыбоводов, будущее российской аквакультуры именно за установками замкнутого водоснабжения (УЗВ).

УЗВ можно классифицировать на тепловодные и холодноводные системы для содержания различных видов пород. Кроме того, современные УЗВ отличаются по типам используемых биофильтров: с кипящим слоем, с фиксированной загрузкой между сетками, с тонущей, плавающей, блочной или смешанной загрузкой.

Основными материалами, используемыми для создания биофильтров и их элементов, включая бассейны, могут быть железо, пластик или бетон. Отличаются установки замкнутого водоснабжения и по конструктивным элементам, отвечающим за удаление углекислого газа из оборотной воды, насыщение воды кислородом, обеззараживание оборотной воды, за отдельную водоподготовку на предпродажном участке.

Сегодня в УЗВ можно вырастить рыбу любой породы. Такие системы могут представлять собой комплексы полного цикла, где рыба выращивается от оплодотворённой икры до заданного товарного веса, а также комплексы, где рыба выращивается от оплодотворённой икры до заданного веса малька.

Основные функции системы замкнутого водоснабжения состоят в: создании среды, необходимой для обитания разной породы рыб; увеличение темпа роста популяции; автоматизирования всех процессов, протекающих на ферме (это очистка воды, кормление рыб и др).

Одним из способов создания среды для обитания рыб является удаление из оборотной воды нежелательных элементов, поскольку это влияет на вкусовые качества продукта. Для того, чтобы не чувствовалась разница во вкусе между дикой рыбой и рыбой, выращенной в условиях УЗВ, применяются специальные фильтры, а также имеется ряд систем и узлов, контролирующих и управляющих параметрами водной среды и основного оборудования.

Механическая фильтрация — это удаление из воды крупных и мелких фрагментов, которые и придают запах тины, отходящий от бактерий, живущих в системах УЗВ.

УЗВ делятся на большие и малые. Малые системы используются в небольших рыбных фермах. В ней упрощена система обслуживания. А большие или промышленные УЗВ позволяют поддерживать биомассу рыбы в едином цикле бассейнов при выращивании в больших количествах. В крупных системах размеры бассейнов строят с учетом автоматизации процессов.



Рисунок 1– Большие УЗВ

Из всех современных технологий для аквакультуры УЗВ — самые передовые и надёжные. Такая система имеет следующие плюсы:

1. полная автоматизация всех технологических процессов в рыбоводстве: кормление, контроль и поддержание кислорода, работа фильтров, нагрев и охлаждение, насосы циркуляции и многое другое;
2. При автоматическом контроле уровня кислорода, управляемым системой независимо в каждом отдельном бассейне, достигается максимальный рост рыбы;
3. эффективно расходуется кислород, снижаются затраты на обслуживание и соответственно на персонал;
4. система автоматически оповещает по SMS и E-mail о состоянии бассейна и его параметрах.

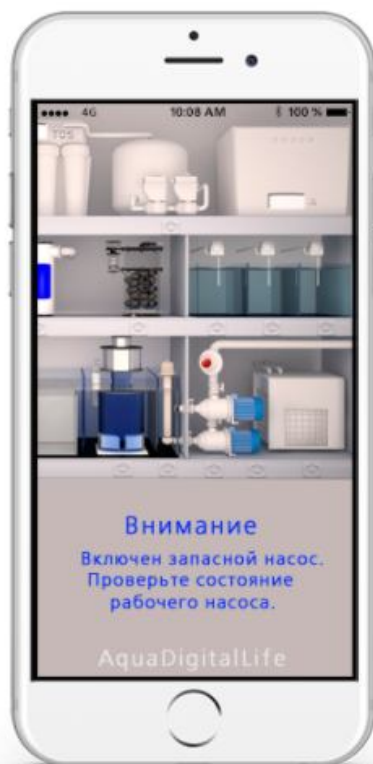


Рисунок 2 – Информирование адресата о состоянии системы через сообщение

Таким образом, при разведении новых пород существенным фактором является поддержание определенных условий в аквариумах. Так, установка замкнутого водоснабжения помогает осуществить контроль за всеми необходимыми параметрами аквасистемы, такими как уровень воды в бассейне, температура, степень насыщения кислородом, освещенность, давление, количество нитратов и др. Важным фактором является доступность и небольшая затратность проекта. Это связано с перекрытием потерь оборотной воды и устранением минерализации. Экономия водных ресурсов, сокращение производственного расхода воды и уменьшение загрязнения водоемов приводит к решению одной из главных экологической проблемы.

Список использованных источников

1. Аквапоника-технология сельского хозяйства будущего. Белгород: ОГАУ «ИКУ АПК», 2015. 4с;
2. Учебник «Аквакультура», авторы: Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., 2-е издание, перераб., 2020г.
3. Форум «Автоматические рыбные фермы», раздел «Инновационные технологии для разведения рыб»: <https://fish-agro.ru/>;
4. Журба М.Г., Соколов Л.И. Водоснабжение: уч. пос-ие. М.: Изд-во АСВ, 2003. Т.1.288с.

ПРОБИОТИЧЕСКИЕ БАЦИЛЛЫ В АКВАКУЛЬТУРЕ

¹Чистяков В.А., ¹Брень А.Б., ²Рудой Д.В., ²Егян М.А., ²Куликова Н.А.

¹Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
²Донской Государственный Технический Университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Обсуждаются механизмы антагонистической активности пробиотических штаммов против распространенных в аквакультуре патогенов. Один из них - способность к синтезу низкомолекулярных нерибосомальных пептидов (НРП) - группы соединений, обладающих антиоксидантной и антимуtagenной активностью, а также подавляющих способность патогенных микроорганизмов к биопленкообразованию.

Ключевые слова. Аквакультура, *Bacillus*, пробиотические микроорганизмы, нерибосомальные пептиды, *Salmonella*, биопленка.

PROBIOTIC BACILLI IN AQUACULTURE

¹Chistyakov V.A., ¹Bren A.B., ²Rudoy D.V., ²Egyan M.A., ²Kulikova N.A.

¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation
²Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The mechanisms of the antagonistic activity of probiotic strains against pathogens common in aquaculture are discussed. One of them is the ability to synthesize low molecular weight nonribosomal peptides (NRP) - a group of compounds with antioxidant and antimutagenic activity, as well as the suppressive ability of pathogenic microorganisms to biofilm formation.

Keywords. Aquaculture, *Bacillus*, probiotic microorganisms, nonribosomal peptides, *Salmonella*, biofilm.

Пробиотиками, согласно документам ВОЗ, а также других организаций, работающих под эгидой ООН, называют «Живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах приносят пользу здоровью хозяина» [1]. Как показывает практика, в случае аквакультуры улучшение здоровья выращиваемых объектов не является самоцелью, однако остается непреложным условием экономической эффективности и получения продукции нужного качества.

Главной, но не единственной задачей, решению которой способствует применение пробиотиков, является контроль инфекционных заболеваний. В период становления аквакультуры как комплекса технологий для этой цели использовались антибиотики. Однако их применение ведет к накоплению в окружающей среде микроорганизмов с комплексной антибиотикоустойчивостью. Генетические детерминанты резистентности, попадая в геномы патогенных видов, делают вызываемые ими инфекционные заболевания практически неизлечимыми. В отличие от «сухопутных» сельскохозяйственных технологий, при использовании антибиотиков в аквакультуре предотвратить их попадание в природные водоемы практически невозможно. Последнее определяет актуальность внедрения альтернативных методов профилактики заболеваний водных объектов, достойное место среди которых заняло использование пробиотических препаратов.

Помимо борьбы с инфекциями, пробиотические микроорганизмы стимулируют рост объектов аквакультуры, усиливают активность иммунной системы, способствуют перевариванию пищи, последнее позволяет делать кормопроизводство более экономически эффективным [2].

Особое место среди микроорганизмов, используемых в качестве пробиотиков в аквакультуре, занимают представители родов *Bacillus*, *Paenibacillus* и родственных им спорообразующих аэробных бактерий. Это объясняется следующими особенностями данных видов:

- Приспособляемость к широчайшему спектру факторов внешней среды, которая обусловлена простотой пищевых потребностей, присутствием мощных защитных механизмов и наличием эффективного локомоторного аппарата.
- Способность к споруляции и высокая резистентность спор к высушиванию, окислению и солнечному свету определяет высокую устойчивость препаратов при хранении.

- Способность к образованию биопленок, которая определяет возможность применения чрезвычайно экономичных и гибких технологий твердофазного культивирования.
- Пробиотические бациллы и родственные им формы являются частью нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) объектов аквакультуры.
- Их споры способны прорасти в ЖКТ большинства гидробионтов с последующей респоруляцией, что ведет к размножению внесенного первично действующего начала
- Геномы вышеназванных систематических групп содержат гены мощнейшего комплекса литических ферментов, способствующих перевариванию плотно упакованных белков, липидов, в том числе и окисленных, всех форм крахмала, а также целлюлозы.
- Антагонистическая активность бацилл и их родственников против патогенных микроорганизмов связана со способностью к синтезу так называемых нерибосомальных пептидов (НРП) [3], группы соединений, которая характеризуется высоким разнообразием, позволяющим преодолевать накопление устойчивых патогенов.
- Кроме того, низкомолекулярные НРП обладают антиоксидантной и антимуtagenной активностью, что делает их весьма эффективными природными адаптогенами.

Исследования и разработки нашей группы начались в 90-е годы XX века с использования препаратов на основе штамма *Bacillus amyloliquefacies* B-1895. Нами была создана технология, которая позволяла без использования сложного дорогостоящего оборудования вырабатывать небольшие количества сухого препарата, используемого для обогащения стандартных кормов [4]. Препарат был апробирован в самых разных моделях, в частности, его использование стало частью запатентованной АзНИИРХ технологии выращивания молоди шемаи (*Alburnus mento*) [6]. В опытах на шемае был обнаружен следующий интересный эффект. Для разработки технологии воспроизводства использовали не самые благополучные в экологическом смысле водоемы, расположенные вблизи Ростова-на-Дону. Анализ ДНК микробиома молоди шемаи часто показывал присутствие генов рибосомальной РНК *Salmonella*. После использования корма с B-1895 данные генетические детерминанты в опытной группе, в отличие от контрольной перестали идентифицироваться. В свое время этот факт показался невероятным в связи с тем, что в опытах *in vitro* антагонистическая активность B-1895 против *Salmonella* не выявлялась. Только через два десятка лет нами было установлено, что родственные B-1895 бациллы, не подавляя рост патогенных сальмонелл *in vitro*, подавляют способность этих патогенов к образованию биопленок, что теоретически должно приводить к их быстрому выведению из ЖКТ [6].

Таким образом, пробиотические бациллы и родственные им формы могут быть перспективными объектами для создания препаратов для объектов аквакультуры, а их изучение поможет пролить свет на новые, слабоизученные механизмы адаптогенного и антимикробного действия.

Список использованных источников

1. Gibson G.R., Hutkins R., Sanders M.E., Prescott S.L., Reimer R.A., Salminen S.J., Scott K., Stanton C., Swanson K.S., Cani P.D., Verbeke K., Reid G. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics// *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2017. V.14. N.8. P. 491-502.
2. Hai N.V. The use of probiotics in aquaculture// *J Appl Microbiol*. 2015 V.119. N.4. P.917-935.
3. Tajbakhsh M., Karimi A., Fallah F., Akhavan M.M. Overview of ribosomal and non-ribosomal antimicrobial peptides produced by Gram positive bacteria// *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)*. 2017 V.63. N.10. P.20-32.
4. Севрюков А.В., Морозова М.А., Левченко Ю.И., Колмакова Т.С., Чистяков В.А. Эффективность применения синбиотического препарата на основе штамма *Bacillus Subtilis* I1895 в аквакультуре и ветеринарии// *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2013. Т.20. № 4. С 49-56.
5. Головкин Г. В., Зипельт Л. И., Карпенко Г. И., Чистяков В. А., Сазыкина М. А., Коленко М. А. Способ подращивания молоди азово-черноморской шемаи в прудах. Патент RU 2 376 755, 23.07.2008 опублик. 27.12.2009 Бюл. № 36.
6. Tazehabadi M.H., Algburi A., Popov I.V., Ermakov A.M., Chistyakov V.A., Prazdnova E.V., Weeks R., Chikindas M.L. Probiotic Bacilli Inhibit *Salmonella* Biofilm Formation Without Killing Planktonic Cells// *Front Microbiol*. 2021 V.12. Article 615328. doi: 10.3389/fmicb.2021.615328

Исследование выполнено в рамках конкурса ЕАПИ при финансовой поддержке РФФИ, научный проект № 20-516-81004.

УМНАЯ ФЕРМА

Шабоян А.К.

Донской Государственный Технический Университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Аквакультура сегодня – это самый быстрорастущий сектор производства продуктов питания в мире. Умные фермы- разработанные автоматизированные системы, которые смогут частично заменить человека в рыбном производстве и тем самым минимизировать количество ошибок, возникающих по причине человеческого фактора. Данная разработка обеспечит долгосрочное процветание рыбоводного бизнеса в России и создаст уникальное конкретное преимущество для тех рыбных ферм, которые используют данные разработки.

Ключевые слова. Аквакультура, автоматизация, умная ферма, рыбная ферма, автоматизированная система, автокормушка, акваферма.

SMART FARM

Shaboyan A.K.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. Aquaculture is the fastest growing food production sector in the world today. Smart farms are developed automated systems that can partially replace humans in fish production and thereby minimize the number of errors caused by the human factor. This development will ensure the long-term prosperity of the fish farming business in Russia and will create a unique and concrete advantage for those fish farms that use these developments.

Keywords. Aquaculture, automation, smart farm, fish farm, automated system, auto feeder, aqua farm.

Аквакультура сегодня – это самый быстрорастущий сектор производства продуктов питания в мире. Это связано с тем, что запасы рыбы в Мировом океане практически исчерпаны и обеспечивать рынки исключительно рыбой, выросшей в естественных условиях, уже невозможно. Из-за этого в последние годы во всем мире аквакультура (разведение и выращивание рыбы в искусственных водоемах) развивается все активнее.

Выращивание рыбы происходит тремя способами: в прудах и садах (эти два способа требуют небольших капиталовложений, но предполагают большие риски: рыба может быть с инфекцией; может стать жертвой хищников; влияет и сезонность, и погодные условия (в холодное время рост мальков замедляется). Третий способ выращивания рыбы- на заводах. В то же время выращивание рыбы на закрытых заводах невозможно без внушительных инвестиций и развитой инфраструктуры, но зато скорость роста рыбы там значительно выше, а риски гораздо ниже.

Значительным толчком в аквакультуре стало создание умных ферм, которые помогают хозяйствам сделать процесс выращивания рыбы эффективным. Человеку вручную следить за исправностью приборов очень сложно, в особенности, если речь идет о крупных заводах или садах. Произойдет неизбежное, если один из приборов сломается или персонал не заметит недостаток/переизбыток кислорода в воде. Такие случаи, к сожалению, происходят часто.

Чтобы этого избежать, необходимо разработать автоматизированную систему, которая сможет частично заменить человека и тем самым минимизировать количество ошибок, возникающих по причине человеческого фактора.

Такая система самостоятельно сможет:

1. определять параметры воды;
2. следить за исправностью всех приборов путем диагностики, включать при поломке одних устройств дублирующие устройства;
3. выращивать рыбу по персонализированным сценариям выращивания;
4. использовать в работе автокормушки, анализаторы и биофильтры.

Умные фермы имеют следующие преимущества:

1. нет аварий и гибели рыб;

2. в 2 раза ниже эксплуатационные затраты;
3. в 15 раз легче управлять фермой с помощью автоматизированных приборов;
4. на 40% ниже затраты корма;
5. рост качества рыбы.

Как же работает умная ферма? На первой стадии идет распределение рыбы по породе, по возрасту и по весу. После мониторинга программа делает вывод о том, каких рыб нужно пересадить из-за достижения максимального возраста или веса. На последующих стадиях 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, анализы параметров воды, расчет дозы кормления в зависимости от вида и веса рыбы, контроль уровня воды и ее долива, запуск аварийного насоса при поломке основного, точное дозирование кислорода и многое другое.

Так, работники фермы освобождаются от таких трудоемких задач, как расчет нормы кормления. Исключаются ошибки управления и расчетов, снижается количество аварий, которые по статистике приносят до 30% убытков на рыбных фермах. В итоге значительно повышается прибыльность хозяйства.

С помощью этой разработки значительно уменьшатся риски в аквакультуре. Так, при критическом уровне кислорода контроллер самостоятельно запускает резервную линию подачи кислорода или посылает экстренные СМС-сообщения всем указанным адресатам. Подобное автоматическое онлайн-регулирование кислорода в каждом бассейне позволяет ускорить рост товарной рыбы и оптимизировать расход кислорода, снизить затраты на персонал. В автоматическом режиме можно будет регулировать также температуру, растворенный озон, кислотность, соленость, мутность и другие параметры воды. В умную ферму также будет встроен оптический датчик кислорода. Он может не только максимально точно фиксировать недостаток кислорода или его переизбыток в воде, но и отправлять тревожные СМС-сообщения управляющему и всем ответственным сотрудникам. В конечном счете умная рыбная ферма позволяет ускорить процесс выращивания до 15 %, сэкономить до 20 % корма, а еще снизить влияние человеческого фактора и в несколько раз сократить затраты на персонал.

В умную ферму внедряются всё новые и новые оборудования. Например, инновационный центр, который выполняет сразу три функции: кормушки, анализатора, контроллера.

Ручное кормление всегда связано с человеческим фактором, и практика показывает высокую неточность в определении доз кормления. Чтобы не было перерасхода корма, дозатор корма для рыбы рассчитывает дозу автоматически исходя из биомассы рыбы и уровня кислорода, а биомассу он определяет благодаря специальному контроллеру. В результате точность кормления повышается. В этой установке всё автоматизировано. Кормораздатчик осуществляет автоматическую выгрузку корма, распределения по кормушкам, а радиосистема обеспечивает беспроводное управление всей установкой и постановку задач.

В настоящее время сформулирован ряд требований, которые применимы к автоматизированным рыбным фермам:

1. Мультианализатор параметров воды;
2. Система управления параметрами воды (автоматическое поддержание параметров воды на оптимальном уровне);
3. Контроль уровня воды и система автодолива, контроль водопотока и регулирование скорости потока;
4. Автокормушки интегрированные в общую систему автоматики;
5. Система автоматической подачи корма от силоса в кормушки и автоматический подвижной кормораздатчик;
6. Модуль - для отправки SMS сообщений;
7. Модуль запуска резервных насосов (важнейший элемент системы жизнеобеспечения);
8. Модуль запуска резервной линии подачи кислорода (важнейший элемент системы жизнеобеспечения);
9. Модуль подключения и запуска резервного электропитания;
10. Автоматическое управление освещением;
11. Модуль контроля поломки оборудования и видеонаблюдение;
12. Специализированное программное обеспечение для настройки и мониторинга всех процессов жизнеобеспечения;
13. Удаленный доступ к ферме для возможности удаленного мониторинга и управления.

Таким образом, нельзя не обращать внимание на сложную обстановку водоёмом мира. Необходимо снизить нагрузку на океаны, иначе катастрофы не миновать. Существующее хозяйство не сможет прокормить растущее население Земли. Решением этой проблемы является аквакультура. Она

обеспечит долгосрочное процветание рыбоводного бизнеса в России и создаст уникальное конкретное преимущество для тех рыбных ферм, которые используют данные разработки.

Список использованных источников

1. Форум «Умные фермы для развития аквакультуры»
<https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2020/10/22/kak-umnye-fermy-ispolzuyut-dlya-razvitiya-akvakultury.aspx>; Автор: Андрей Невский, директор ООО «АКВАЛ»: Умные Рыбные Фермы»
2. Форум «Опыт успешных мировых рыбных ферм»
<http://www.aquadigitallife.com/aquacoral/news/d-automatization/automat/>
3. Сборник «Рыбное хозяйство и аквакультура» Габасова А.В. Астраханский государственный технический университет.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«РАЗВИТИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ»

(КОНФЕРЕНЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА 2021»)

с применением дистанционных технологий

с. Дивноморское,
20-24 сентября 2021 г.

Донской государственный технический университет
г. Ростов-на-Дону
2021

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

"DEVELOPMENT AND MODERN PROBLEMS OF AQUACULTURE"

("AQUACULTURE 2021" CONFERENCE)

using remote technologies

Divnomorskoe,
September, 20-24, 2021

Don State Technical University
Rostov-on-Don
2021

Подписано в печать __.__.2021

Объем ____ усл. п. л. Офсет. Формат 60x84x16.

Бумага тип №3. Заказ № _____. Цена свободная.

ООО «ДГТУ-Принт»

Адрес полиграфического предприятия:

344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.

Don State Technical University 344003,
Russia, Rostov-on-Don, Gagarina sq., 1
E-mail: reception@donstu.ru
Tel.: +7(800)100-19-30