

RYBNOE HOZYAJSTVO (FISHERIES)

No 06/2022

Scientific and commercial
journal of the Federal Agency
for Fisheries

Founded in 1920.

Six issues per year.



**FOUNDER
OF THE JOURNAL:**
The Central Department
for Fisheries Regulation
and Norms

CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD
Shestakov I.V. – Candidate of Economic Sciences,
Head of Rosrybolovstvo

DEPUTY CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD
Kolochin K.V. – Doctor of Economic Sciences, Director
of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries
and Oceanography (VNIRO)

SECRETARY OF THE EDITORIAL BOARD
Filippova S.G. – Editor-in-chief of the magazine "Fisheries"

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD
Andreev M.P. – Doctor of Technical Sciences, KSTU,
Professor of the Department of Food Technology
Bagrov A.M. – Corresponding Member of the Russian
Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor
Bekyashev K.A. – Doctor of Law, Professor, Advisor to the
Head of Rosrybolovstvo

Bubunets E.V. – Doctor of Agricultural Sciences,
FSBI "TSUREN"
Grigoriev O.V. – Doctor of Technical Sciences,
FSBI "Marine Rescue Service", First Deputy Head
Dvoryaninova O.P. – Doctor of Technical Sciences, Voronezh
State University of Engineering Technologies, Dean of the
Faculty of Continuous Education, Head of the Department
of Quality Management and Technology of Aquatic Biological
Resources

Zhigin A.V. – Doctor of Agricultural Sciences, VNIRO Federal
State Budgetary Educational Institution, K.A. Timiryazev
Russian State Agricultural Academy, Chief Researcher
of the Department of Invertebrate Aquaculture; Professor
of the Department of Aquaculture and Beekeeping
Zilantov V.K. – Candidate of Biological Sciences, full member
of MANEB, Professor, Honorary Doctor of the Moscow State
Technical University, Chairman of the Sevryba CC
Kokorev Yu.I. – Candidate of Economic Sciences, Dmitrov
Fisheries Technological Institute of the Federal State
Budgetary Educational Institution "AGTU" Professor of the
Department of Humanities and Economics

Mezenova O.Ya. – Doctor of Technical Sciences,
Professor, Honorary Worker of Fisheries, KSTU
Minko V.M. – Doctor of Technical Sciences,
Professor Kaliningrad State Technical University
Mersel Jorg-Thomas – Doctor of Technical Sciences,
Professor at the Research Laboratory (UBF GmbH),
Altlandsberg, Germany
Orlov A.M. – Doctor of Biological Sciences, Associate
Professor, P.P. Shirshov Institute of Oceanology
of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory
of Oceanic Ichthyofauna

Ostroumov S.A. – Doctor of Biological Sciences, Lomonosov
Moscow State University, Faculty of Biology
Pavlov D.S. – Full member of the Russian Academy
of Sciences; Doctor of Biological Sciences; Honored Professor
of Lomonosov Moscow State University. - Scientific Director
of the Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the
Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory,
Chief Researcher; - Scientific Director of the Department
of Ichthyology of the Faculty of Biology of Lomonosov
Moscow State University

Servetnik G.E. – Doctor of Agricultural Sciences, Senior
Researcher at the Laboratory of Reproduction and
Biosynthesis Problems, All-Russian Research Institute
of Integrated Fish Farming – VNIIR – Branch of the L.K. Ernst
FITZVIZH

Smirnov A.A. – Doctor of Biological Sciences, Chief
Researcher of the Marine Fish Department of the Far East,
All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and
Oceanography (VNIRO); Professor of the North-Eastern
State University (SVSU)

Kharenko E.N. – Doctor of Technical Sciences, Deputy
Director for Scientific Work of VNIRO

Khatuntsov A.V. – Candidate of Economic Sciences,
Head of TSUREN

Chernyshkov P.P. – Doctor of Geographical Sciences,
Professor, Department of Ocean Geography
Institute of Living Systems of the Baltic Federal University
named after Immanuel Kant

MARITIME POLICY

- 4 Maslyankin G.E., Gulyugin S.Yu.,
Arkhipov A.G. The Russian system
of scientific observers in the fishery:
tasks, problems and prospects

FISHERIES EDUCATION

- 12 Vasilevich V.V.,
Krivda N.M., Alekseev A.M.
Case method as an innovative
method of education

ECOLOGY

- 16 Gorokhov M.N.,
Barabanov V.V., Tkach V.N.
Mechanism of assessment
of anthropogenic impact on the
reserves of aquatic biological
resources in the Astrakhan region
- 21 Kim E.N., Glebova E.V.,
Timchuk E.G., Lapteva E.P.,
Zayats E.A. Improving the
environmental safety of smoking
production in accordance with
the principles of sustainable
development

LEGAL ISSUES

- 27 Bekyashev D.K.
FAO activities to ensure small-scale
fisheries and prospects for its legal
regulation in the Russian Federation

BIORESOURCES AND FISHERIES

- 32 Lisienko S.V., Khmeleva O.V.
Analysis of the distribution
of pollock production (catch)
between users in the West Bering
Sea zone of the Far Eastern
Fisheries Basin in the period
2015-2021
- 36 Metelev E.A., Grigorov V.G.,
Smirnov A.A. Deep-sea gastropod
mollusks trumpeters Buccinidae -
promising commercial objects
in the northern part of the Sea
of Okhotsk
- 41 Gutsulyak S.A., Taibov P.S.
Deep-sea goby *Neogobius bathybius*
(Kessler), as one of the objects
of coastal fishing of the Caspian Sea

INTERNAL RESERVOIRS

- 46 Severov Yu.A., Gerasimov Yu.V.,
Bazarov M.I., Telezhnikova T.A.,
Solomatin Yu.I., Tsvetkov A.I.,
Granin A.V. The structure of pelagic
fish communities of the Kuibyshev
reservoir based on the materials
of accounting surveys in 2016-2019
- 53 Moiseev A.V., Klevakin A.A.,
Smirnov A.A. Features of
naturalization, ecology and
distribution of the stellate puffer
Benthophilus stellatus (Sauvage,
1874) – an adventitious species
of the Cheboksary reservoir

AQUACULTURE

- 58 Dokina O.B., Kovalev K.V.,
Pronina N.D., Milenko V.A.,

Kovalenko V.N. Optimized
technologies of large-scale
cryopreservation of cyprinid
fish sperm

- 67 Korlyakov K.A., Ovchinnikov S.M.
Cultivation of spirulina (*Arthrospira
platensis* (Nordst.) in the water
of highly mineralized lakes of the
steppe and forest-steppe zones of
the Southern Trans-Urals, as a new
field of aquaculture

- 71 Akhmedzhanova A.B.,
Ponomarev S.V., Fedorov Yu.V.,
Levina O.A., Terganova N.V.,
Hisamutdinova A.N., Nasunova
V.M. Astaxanthin as part of feed for
industrial aquaculture facilities

MARICULTURE

- 75 Politaeva A.A., Matrosova I.V.
Monitoring of the most important
biological indicators of some
echinoderms grown in the
conditions of a marine farm in the
waters of Askold Island and Danube
Bay (Sea of Japan, Peter the Great
Bay)

FISHING EQUIPMENT AND FLEET

- 79 Borodin P.A., Osipov E.V.,
Pilipchuk D.A. Operational
characteristics of threads made
of various synthetic materials
in fishing implements and
aquaculture facilities

TECHNOLOGY

- 82 Chupikova E.S., Sayapina T.A.,
Antosyuk A.Yu., Yakush E.V.
Establishment of norms for the
output of granular salmon caviar
from the chum salmon of the
Okhotsk region with a machine
method of punching
- 87 Donchenko L.V., Bityutskaya
O.E., Sokol N.V., Bulli L.I., Esina
L.M., Mazalova N.F., Nikitenko
O.V. Application of microalgae in
the technology of functional food
compositions
- 98 Mezenova O.Ya., Andreeva E.V.,
Mörsel – Dr J.-Th. The use
of peptides of sprat secondary raw
materials in the production
of sauce products
- 107 Lavrukhina E.V., Zarubin N.Yu.,
Bredikhina O.V., Grinevich A.I.
Integration of bacterial starter
cultures with fish raw materials:
selection and justification
- 115 Kim E.N., Timchuk E.G., Zayats
E.A., Glebova E.V., Lapteva E.P.
Assessment of the quality
of smoky smoke based on its
physico-chemical characteristics

BRIGHT MEMORY

- 119 Konstantin Gavrilovich
Kukharev (1934-2022)

- 3-rd cover Kamil Abdulovich
Bekyashev (1943 - 2022)

№ 06/2022

Научно-практический
и производственный журнал
Федерального агентства
по рыболовству

Основан в 1920 году

Выходит 6 раз в год

Учредитель журнала:

**ФГБУ «ЦУРЭН»**

Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Центральное управление
по рыбохозяйственной экспертизе
и нормативам по сохранению,
воспроизводству водных биологических
ресурсов и акклиматизации»

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА
Шестаков И.В. – кандидат экономических наук,
руководитель Росрыболовства

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ
РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА**
Колончин К.В. – доктор экономических наук, директор
Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

СЕКРЕТАРЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА
Филиппова С. Г. – главный редактор журнала
«Рыбное хозяйство»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА
Андреев М.П. – доктор технических наук ФГБОУ ВО «КГТУ»,
Профессор кафедры технологии продуктов питания
Багров А.М. – член-корреспондент РАН, доктор
биологических наук, профессор
Бекяшев К.А. – доктор юридических наук, профессор,
советник руководителя Росрыболовства
Бубунец Э.В. – доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБУ «ЦУРЭН»
Григорьев О.В. – доктор технических наук, ФГБУ «Морская
спасательная служба», первый заместитель руководителя
Дворянинова О.П. – доктор технических наук, ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный университет инженерных
технологий», Декан факультета безотрывного образования,
заведующий кафедрой управления качеством и технологий
водных биоресурсов
Жигин А.В. – доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ
«ВНИРО», ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»
Главный научный сотрудник отдела аквакультуры
беспозвоночных; профессор кафедры аквакультуры
и пчеловодства
Зилянов В.К. – кандидат биологических наук,
действительный член МАНЭБ, профессор, почетный доктор
ФГБОУ ВО «МГТУ», председатель КС «Севрыба»
Кокорев Ю.И. – кандидат экономических наук,
Дмитровский рыбохозяйственный технологический
Институт ФГБОУ ВО «АГТУ» Профессор кафедры
гуманитарно-экономические дисциплины
Мезенова О.Я. – доктор технических наук, профессор,
почетный работник рыбного хозяйства, ФГБОУ ВО «КГТУ»
Минько В.М. – доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»
Мерсель Йорг-Томас – доктор технических наук, профессор
научно-исследовательской лаборатории (UBF GmbH),
Альтландсберг, Германия
Орлов А.М. – доктор биологических наук, доцент,
ФГБНУ «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН»,
заведующий лабораторией океанической икhtiофауны
Остроумов С.А. – доктор биологических наук,
МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет
Павлов Д.С. – действительный член Российской академии
наук; доктор биологических наук; заслуженный профессор
МГУ имени М.В. Ломоносова, научный руководитель
Института проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова РАН, заведующий лабораторией,
главный научный сотрудник; научный руководитель
кафедры икhtiологии Биологического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
Серветник Г.Е. – доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник лаборатории проблем
воспроизводства и биосинергетики, Всероссийский
научно-исследовательский институт интегрированного
рыболовства – ВНИИР – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ
им. Л.К. Эрнста
Смирнов А.А. – доктор биологических наук, главный
научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего
Востока, Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ
«ВНИРО»); профессор Северо-Восточного государственного
университета (СВГУ)
Харенко Е.Н. – доктор технических наук, заместитель
директора по научной работе ФГБНУ «ВНИРО»
Хатунцов А.В. – кандидат экономических наук,
начальник ФГБУ «ЦУРЭН»
Чернышков П.П. – доктор географических наук,
профессор, кафедра географии океана
Института живых систем Балтийского федерального
университета им. Иммануила Канта

НАД ВЫПУСКОМ РАБОТАЛИ:
Главный редактор: Филиппова С.Г.
Редактор: Бобырев П.А.
Менеджер по рекламе: Маркова Д.Г.
Дизайн и верстка: Козина М.Д.

МОРСКАЯ ПОЛИТИКА

- 4** Маслянкин Г.Е., Гулюгин С.Ю., Архипов А.Г.
Российская система научных наблюдателей на рыбном промысле:
задачи, проблемы и перспективы



РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 12** Чечурина М.Н., Василевич В.В., Кривда Н.М., Алексеев А.М.
Кейс-метод, как инновационный метод образования

ЭКОЛОГИЯ

- 16** Горохов М.Н., Барабанов В.В., Ткач В.Н. Механизм оценки
антропогенного воздействия на запасы водных биологических
ресурсов в Астраханской области
- 21** Ким Э.Н., Глебова Е.В., Тимчук Е.Г., Лаптева Е.П., Заяц Е.А. Повышение
экологической безопасности копильного производства в соответствии
с принципами устойчивого развития

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

- 27** Бекяшев Д.К. Деятельность ФАО по обеспечению маломасштабного
рыболовства и перспективы его правового регулирования
в Российской Федерации

БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ

- 32** Лисиенко С.В., Хмелева О.В. Анализ распределения объемов добычи
(вылова) минтая между пользователями в Западно-Беринговоморской
зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период
2015-2021 годов
- 36** Метелёв Е.А., Григоров В.Г., Смирнов А.А. Глубоководные
брюхоногие моллюски трубачи Buccinidae – перспективные
промысловые объекты в северной части Охотского моря



- 41** Гуцуляк С.А., Таилов П.С. Глубоководный бычок *Neogobius bathybius*
(Kessler), как один из объектов прибрежного лова Дагестанского
побережья Каспия

ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ

- 46** Северов Ю.А., Герасимов Ю.В., Базаров М.И., Тележникова Т.А.,
Соломатин Ю.И., Цветков А.И., Гранин А.В. Структура пелагических

сообществ рыб Куйбышевского водохранилища по материалам учетных съемок в 2016-2019 годах

- 53** Моисеев А.В., Клевакин А.А., Смирнов А.А.
Особенности натурализации, экологии и распределения звездчатой пугловки *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) – адвентивного вида Чебоксарского водохранилища

АКВАКУЛЬТУРА И ВОСПРОИЗВОДСТВО

- 58** Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А., Коваленко В.Н. Оптимизированные технологии крупномасштабной криоконсервации спермы карповых рыб
- 67** Корляков К.А., Овчинников С.М. Культивирование спиролины (*Arthrospira platensis* (Nordst.)) в воде высокоминерализованных озер степной и лесостепной зон Южного Зауралья, как новая сфера аквакультуры
- 71** Ахмеджанова А.Б., Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., Левина О.А., Терганова Н.В., Хисамутдинова А.Н., Насунова В.М. Астаксантин в составе кормов для объектов индустриальной аквакультуры

МАРИКУЛЬТУРА

- 75** Политаева А.А., Матросова И.В.
Мониторинг важнейших биологических показателей некоторых иглокожих, выращиваемых в условиях марифермы на акватории острова Аскольд и бухты Дунай (Японское море, залив Петра Великого)

ТЕХНИКА РЫБОЛОВСТВА И ФЛОТ

- 79** Бородин П.А., Осипов Е.В., Пилипчук Д.А.
Эксплуатационные характеристики ниток из различных синтетических материалов в орудиях рыболовства и сооружениях аквакультуры

ТЕХНОЛОГИЯ

- 82** Чупикова Е.С., Саяпина Т.А., Антосюк А.Ю., Якуш Е.В. Установление норм выхода зернистой лососевой икры из кеты (*Oncorhynchus keta*) Охотского района при машинном способе пробивки
- 87** Донченко Л.В., Битютская О.Е., Сокол Н.В., Булли Л.И., Есина Л.М., Мазалова Н.Ф., Никитенко О.В. Применение микроводорослей в технологии пищевых композиций функциональной направленности
- 98** Мезенова О.Я., Андреева Е.В., Mörsel – Dr J.-Th. Использование пептидов шпротного вторичного сырья в производстве соусной продукции
- 107** Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю., Бредихина О.В., Гриневич А.И. Интеграция бактериальных заквасочных культур с рыбным сыром: подбор и обоснование
- 115** Ким Э.Н., Тимчук Е.Г., Заяц Е.А., Глебова Е.В., Лаптева Е.П. Оценка качества коптильного дыма на основе его физико-химических характеристик

СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ

- 119** Константин Гаврилович Кухоренко (1934 - 2022)
3-я обл. Бекашев Камилъ Абдулович (1943 - 2022)

Уважаемые авторы!

Все публикуемые статьи имеют DOI. Просьба при ссылках указывать идентификатор статьи и журнала. Это повышает рейтинг издания и автора.

Журнал «Рыбное хозяйство» выходит один раз в два месяца (6 выпусков в год) на русском языке с англоязычными рефератами и списком литературных источников.

Подписку на журнал можно оформить как через подписные агентства, так и через редакцию. При оформлении через редакцию, в любой временной период года, возможно получение всех вышедших номеров (№№1-6).

На сайте журнала fisheriesjournal.ru есть вся необходимая информация, там представлены номера за текущий год, а также – архив выпусков за предыдущие годы в полном объеме.

Все статьи, предоставленные для публикации, направляются на рецензирование. Не принятые к опубликованию статьи не возвращаются. При перепечатке ссылка на «Рыбное хозяйство» обязательна. Мнение редакции не всегда совпадает с позицией авторов публикаций.

Ответственность за достоверность изложенных в публикациях фактов и правильность цитат несут авторы. За достоверность информации в рекламных материалах отвечает рекламодатель. Редакция оставляет за собой право, в отдельных случаях, изменять периодичность выхода и объем издания.

Журнал «Рыбное хозяйство» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:

ПИ № ФС77-48529 от 13.02.2012

Цена – свободная

Тираж – от 500 экз.

Подписной индекс журнала: 73343, 11116

Подписано в печать: 07.12.2022. Формат: 60x88 1/8

Адрес редакции: 125009, Москва, Большой Кисловский пер., д. 10, стр. 1.

Тел./факс: 495-699-99-00. Тел. 495-699-87-11

E-mail: filippova@fisheriesjournal.ru; rh-1920@mail.ru

Сайт: www.fisheriesjournal.ru

© ФГБУ «ЦУРЭН», 2016

The magazine «Rybnoe hoziaystvo» (“Fisheries”) is published once every two months (6 issues per year) in Russian with English-language abstracts and a list of literary sources. All articles, submitted for publishing, should undergo the reviewing procedure. We do not return the declined articles. The reference for «Rybnoe hoziaystvo» (“Fisheries”) journal is necessary when reproduced. The position of the Editorial Board may not coincide to the position of authors. Authors are responsible for recited facts and quotations correctness. The advertiser is responsible for the reliability of advertising material. The editorial Board reserves the right to change the periodicity of issues publishing. You can subscribe to the magazine either through subscription agencies or through the editorial office. When registering through the editorial office, in any time period of the year, you can get all published issues (#1-6). On the website of the magazine fisheriesjournal.ru you can get all the necessary information, there are numbers for the current year, as well as an archive of issues for previous years in full.

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Полиграфическая компания «Экспресс» Юр. адрес: 603104, Н.Новгород, ул. Медицинская, д.26, помещение 1, тел.: 8 (831) 278-61-61.

Российская система научных наблюдателей на рыбном промысле: задачи, проблемы и перспективы

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-4-11

Кандидат биологических наук
Г.Е. Маслянкин – руководитель
центра водных биоресурсов
Мирового океана

Кандидат биологических наук
С.Ю. Гулюгин – заведующий
лабораторией Балтийского моря;

Доктор биологических наук
А.Г. Архипов – научный
координатор –
Атлантический филиал
ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»)

@ maslyankin@atlantniro.ru

Ключевые слова:

научные наблюдатели,
рыбный промысел, мониторинг,
водные биологические ресурсы,
Индекс научного мониторинга
на рыбном промысле

Keywords:

scientific observers, fishery,
monitoring, aquatic biological
resources, Index of scientific
monitoring in the fishery

THE RUSSIAN SYSTEM OF SCIENTIFIC OBSERVERS ON THE FISHERIES IS PRESENTED: TASKS, PROBLEMS AND PROSPECTS

Candidate of Biological Sciences **G.E. Maslyankin** – Head of the Center for Aquatic Bioresources of the World Ocean;
Candidate of Biological Sciences **S.Y. Gulyugin** – Head of the Baltic Sea Laboratory;
Doctor of Biological Sciences **A.G. Arkhipov** – Scientific Coordinator –
Atlantic Branch of VNIRO Federal State Budgetary Institution (AtlantNIRO)

A brief overview of the Russian system of scientific observers on the fisheries is presented. Information is given on the fishing grounds of Russian scientific observers working and their coverage in different types of fisheries. A review of regulatory documents regarding scientific observation in the Russian fishing industry is made. Its main problems and prospects are given. Changes and additions to the Russian legislation may lead to a significant improvement of this system. There is proposed a criterion for assessing the role of fishing companies in the Russian system of scientific observers: Index of scientific monitoring in the fishery.

ВВЕДЕНИЕ

Россия, наряду с Китаем, Перу, Индонезией и США, входит в первую пятёрку по объёму вылова водных биоресурсов (ВБР), занимая четвертое место [1]. Очевидно, что научный мониторинг рыбных промыслов в разных бассейнах должен иметь ключевое значение в изучении ВБР, их эффективном и рациональном использовании.

Российская система научных наблюдателей на рыбном промысле является составной частью глобальной системы наблюдателей на промысле ВБР,

которая включает две составляющие: наблюдение на промысле ВБР за пределами исключительных экономических зон (ИЭЗ) государств, в рамках международных региональных организаций, и наблюдение на промысле во внутренних водах и ИЭЗ прибрежных стран [2].

Российские научные наблюдатели выполняют сбор промыслово-биологической информации в многочисленных водных объектах России, а также – в ближних и удаленных, относительно нашей страны, промысловых районах.

Целью предлагаемой статьи являются анализ значимости исследований, выполняемых научными наблюдателями на рыбном промысле, обсуждение большой роли этих работ в рыбохозяйственной науке, на фоне существующих проблем в российской системе научного наблюдения, и выработка предложений по совершенствованию этой системы, в первую очередь – в законодательной части.

РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ НА РЫБНОМ ПРОМЫСЛЕ

Основная цель деятельности российских научных наблюдателей – выполнение государственного мониторинга водных биологических ресурсов, который является частью государственного экологического мониторинга.

Организация и осуществление мониторинга ВБР проводятся Федеральным агентством по рыболовству, подведомственным ему федеральным государственным бюджетным научным учреждением с филиалами и федеральными государственными бюджетными учреждениями – бассейновыми управлениями по сохранению, воспроизводству водных биоресурсов и организации рыболовства, а также – федеральным государственным бюджетным учреждением «Центр системы мониторинга рыболовства и связи» и его филиалами.

При проведении мониторинга ВБР могут быть использованы данные наблюдений за состоянием водных биоресурсов и средой их обитания, предоставленные иными федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также гражданами и юридическими лицами, осуществляющими, в установленном порядке, рыболовство в научно-исследовательских и контрольных целях [3].

Основная часть промыслово-биологических данных при мониторинге ВБР собирается сотрудниками системы ФГБНУ «ВНИРО». Базовую подготовку кадрового состава научных наблюдателей выполняют учебные заведения. Дальнейшая специализированная подготовка проходит на месте

Представлен краткий обзор российской системы научных наблюдателей на рыбном промысле. Дается информация о районах работы российских научных наблюдателей и охвате ими промыслов. Сделан обзор нормативных документов в части научного наблюдения на рыбном промысле. Приводятся основные проблемы, а также перспективы развития системы научного наблюдения. К существенному совершенствованию этой системы могут привести изменения и дополнения российского законодательства. Предложен критерий оценки роли рыбодобывающих компаний в российской системе научных наблюдателей – Индекс научного мониторинга на рыбном промысле.

трудовой деятельности научного наблюдателя. Помогает подготовке кадров реализация подпрограммы Центра компетенций «Подготовка научных наблюдателей» Программы развития кадрового потенциала ФГБНУ «ВНИРО», которая действует с 2020 года.

Работа российских наблюдателей на рыбном промысле имеет большое значение для достижения следующих целей:

- получение первичных материалов для оценки запасов промысловых биоресурсов, необходимых для подготовки материалов, обосновывающих общий допустимый улов или рекомендованный вылов; материалов, обосновывающих внесение изменений в ранее утвержденный общий допустимый улов или рекомендованный вылов [4];
- разработка научно обоснованных рекомендаций по регулированию и развитию отечественного рыболовства;
- разработка предложений в «Правила рыболовства» для конкретного рыбохозяйственного бассейна;
- защита интересов российского промысла в рамках международных организаций и двусторонних межгосударственных соглашений;
- участие в системе сертификации промыслов.

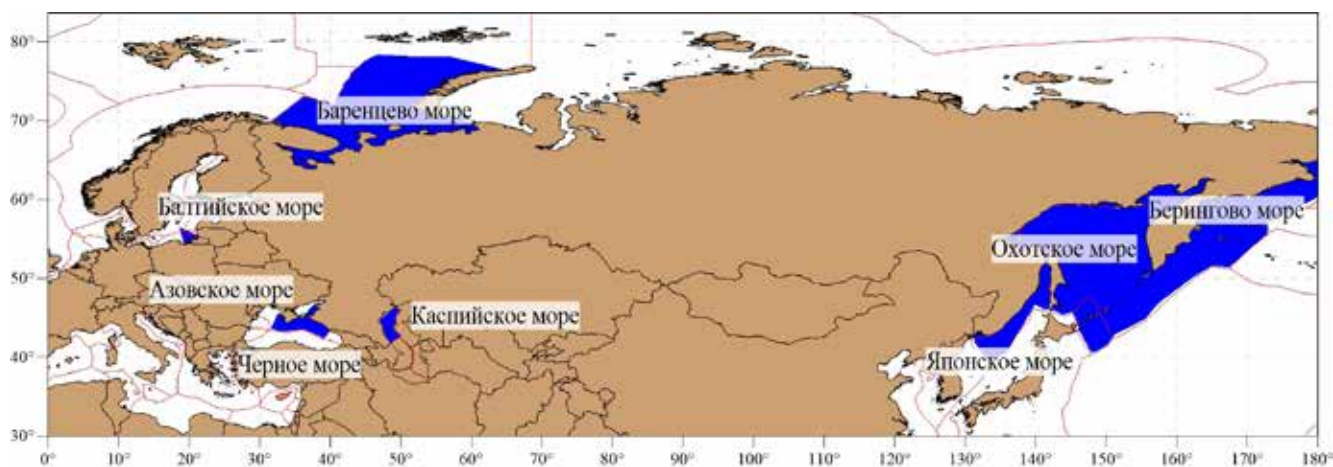


Рисунок 1. География российской системы наблюдения на промысле в пределах территориального моря и ИЭЗ России

Figure 1. Geography of the Russian fishing surveillance system within the territorial sea and EEZ of Russia

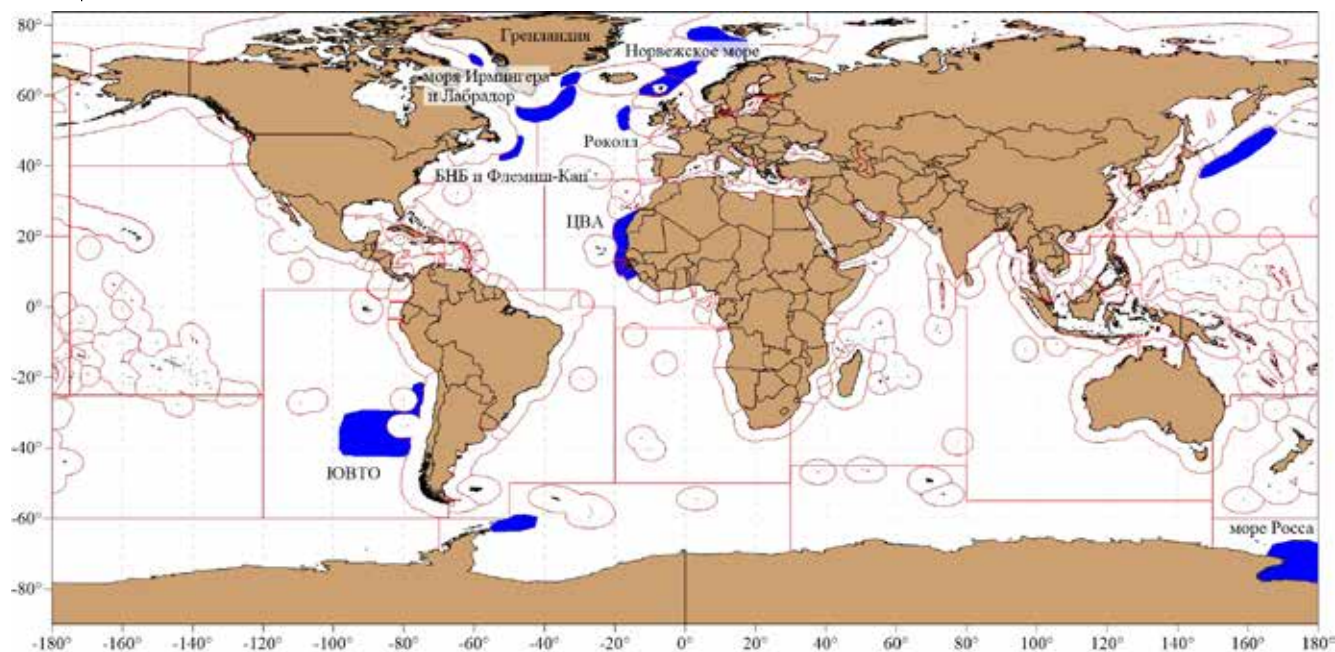


Рисунок 2. География российской системы наблюдения на промысле за пределами ИЭЗ России

Figure 2. Geography of the Russian fishing surveillance system outside the Russian EEZ



Фото 1. Научный наблюдатель «АтлантНИРО» Р.В. Трофимов (Фото В.В. Сидорского)

Photo 1. Scientific observer of AtlantNIRO R.V. Trofimov (Photo by V.V. Sidorsky)

Материалы, собираемые научными наблюдателями, становятся значительным дополнением к комплексным данным, а в отдельных случаях – единственным источником информации о состоянии ВБР и их среды обитания во внутренних водах, территориальном море и ИЭЗ России, а также в других районах Мирового океана. Кроме того, работа научных наблюдателей на российских рыбодобывающих судах является одним из показателей расширения российских научных исследований в Мировом океане и приобретает особую важность на фоне либо сокращения рейсобоорота экспедиционных исследований на научно-исследовательских судах, либо вообще их отсутствия в некоторых промысловых районах.

Российские научные наблюдатели ведут сбор промыслово-биологической информации в основ-

ном в пределах ИЭЗ России. Это Баренцево, Балтийское, Азовское, Черное, Каспийское, Берингово, Охотское и Японское моря, а также Татарский пролив и тихоокеанская часть в районе Курильских островов. Кроме того, работа ведется в более удаленных районах: моря Норвежское, Гренландское, Ирмингера и Лабрадор, район подводной возвышенности Реколла, район регулирования НАФО, зона Гренландии, Центрально-Восточная Атлантика, а также северо-западная, центрально-западная и юго-восточная части Тихого океана (рис. 1, 2). Научные наблюдатели работают по соответствующим программам исследований в зависимости от объектов, видов и районов промысла [5].

Обеспечение присутствия научных наблюдателей на отечественных рыбных промыслах в океанических районах способствует достижению стратегических и геополитических интересов Российской Федерации в Мировом океане, которые прописаны в Морской доктрине РФ, утверждённой Указом Президента РФ от 31 июля 2022 г. № 512; Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, утверждённой Распоряжением Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р.; Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года, утверждённой Распоряжением Правительства РФ от 30 августа 2019 г. № 1930-р.; Концепции федеральной целевой программы «Мировой океан» на 2016-2031 годы, утверждённой Распоряжением Правительства РФ от 22 июня 2015 г. № 1143-р. В соответствии с указанной Концепцией: «Для реализации стратегических задач по научному и информационному обеспечению развития морской деятельности Российской Федерации необходимо получение в течение длительного периода регулярных значительных объемов



Фото 2. Одно из промысловых судов на которых работают научные наблюдатели (Фото В.В. Сидорского)

Photo 2. One of the fishing vessels on which scientific observers work (Photo by V.V. Sidorsky)

комплексных данных о состоянии природной среды и ресурсов океанов и омывающих Российскую Федерацию морей».

Важнейшим критерием достоверности получаемых данных является степень охвата наблюдателями хода промысла. Она определяется соотношением общего количества судо-суток лова всех промысловых судов на конкретном виде промысла в течение календарного года к количеству судо-суток, отработанных наблюдателями на конкретном виде промысла в течение календарного года.

Охват большинства отечественных промыслов российскими наблюдателями находился в последние годы в пределах $10 \pm 5\%$. Охват до 5% был на промыслах с большим количеством промысловых усилий. Исключение составлял траловый промысел минтая в Охотском море, где, возросшее в последние годы, количество наблюдателей связано с сертификацией по стандартам MSC (рис. 3) [5].

Российские наблюдатели осуществляют свою деятельность на основе следующих нормативных документов:

1. Положение об осуществлении государственного мониторинга водных биологических ресурсов и применении его данных, утверждённое Постановлением Правительства РФ от 24.12.2008 г. № 994.

2. Программы выполнения работ при осуществлении ФГБНУ «ВНИРО» рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

3. Ежегодный Перечень приоритетных морских и пресноводных экспедиционных исследований ФГБНУ «ВНИРО».

4. Ежегодные: «План ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биологических ресурсов внутренних вод Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации», «План ресурсных исследований и государственного мониторинга водных

биоресурсов», «План ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биоресурсов Мирового океана за пределами исключительной экономической зоны Российской Федерации».

5. Ежегодно издаваемые приказы Росрыболовства о мерах по выполнению решений разных международных региональных организаций по управлению рыболовством в различных промысловых районах Мирового океана, а также о мерах по выполнению решений сессий смешанных комиссий в рамках двусторонних Соглашений.

6. Устав службы на судах рыбопромыслового флота Российской Федерации, в соответствии с которым научные наблюдатели могут быть направлены в командировку на суда, по согласованию с судовладельцами. На судах они являются временно пребывающими лицами, выполняющими свои служебные обязанности и работы. Капитаны судов обязаны предоставлять научным наблюдателям оптимальные условия для работы и отдыха, а также все необходимые материалы по добыче и переработке ВБР по районам промысла [6].

В результате оценки имеющейся информации, в том числе нормативной базы о российской системе научных наблюдателей на рыбном промысле, были сформулированы ее следующие современные проблемы:

1. Отсутствие законодательства Российской Федерации относительно научных наблюдателей на рыбном промысле, определяющего статус, права и обязанности научного наблюдателя, в том числе отсутствие понятия «научный наблюдатель на рыбном промысле».

2. Отсутствие нормативной документации, обязывающей судовладельцев брать на борт промыслового судна научных наблюдателей. В связи с этим зачастую направление наблюдателей на промысел решается исключительно на уровне личных договоренностей с судовладельцами.

3. Недостаточный уровень оплаты работы наблюдателей, который, кроме всего прочего, приводит к слабой мотивации молодых специалистов для работы по специальности.

4. Отсутствие в большинстве филиалов ФГБНУ «ВНИРО» возможности передачи практического опыта научного наблюдателя на рыбном промысле молодым сотрудникам, в том числе – на борту промысловых судов.

5. Отсутствие заинтересованности со стороны судовладельцев брать на борт научных наблюдателей, за исключением районов регулирования международных региональных организаций, где на борту судов обязаны присутствовать наблюдатели.

6. Наличие сложности в ходе выполнения научными наблюдателями полных биологических анализов со взятием структурных элементов на возраст, так как это сопровождается порчей товарного вида промысловых ВБР.

7. Наличие сложностей при доставке научными наблюдениями оборудования, реактивов и спецодежды, необходимых для полноценной работы на промысловых судах, рыболовных участках и рыбоприемных пунктах.

8. Наличие сложностей, связанных с доставкой из района работ, собранных наблюдателями на промысле, материалов, проб и образцов гидробионтов, в том числе при таможенном оформлении [5].

Указанные проблемы российской системы научных наблюдателей на рыбном промысле и необходимость обмена опытом научных наблюдателей из разных регионов России привели к организации в 2021 г. Первой Всероссийской конференции наблюдателей на промысле (далее – Конференция).

В работе Конференции приняли участие более 80 специалистов из Росрыболовства, Центрально-

го аппарата ФГБНУ «ВНИРО» и его филиалов: «АзНИИРХ», «АтлантНИРО», «ГосНИОРХ», «КамчатНИРО», «КаспНИРХ», «МагаданНИРО», «ПИНРО», «СахНИРО», «ТИНРО», «ХабаровскНИРО», а также сотрудники Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Межрегиональной организации «Ярусный промысел», Всемирного фонда дикой природы и Ассоциации судовладельцев рыбопромыслового флота.

Основные цели Конференции – оценка отчетственной системы научного наблюдения, освещение важности и актуальности работы, выполняемой российскими научными наблюдателями на промысле, и выявление существующих проблем, в том числе – на нормативно-правовом уровне.

На Конференции были представлены 34 доклада, которые охватывали широкий спектр работ, проводимых научными наблюдателями на промысле во всех рыбохозяйственных бассейнах Российской Федерации, а также в различных районах Мирового океана. В ходе работы Конференции были рассмотрены следующие вопросы:

1. Международная система наблюдения на промысле в Организации по рыболовству в северо-западной части Атлантического океана (NAFO), Международной комиссии по сохранению тунцов в Атлантике (ICCAT), Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (CCAMLR), Комиссии по рыболовству в северной части Тихого океана (NPFC), Региональной организации по управлению рыболовством в южной части Тихого океана (SPRFMO),

2. Перспективы глобального научного мониторинга биологических ресурсов на промысловых судах, включая оценку охвата наблюдателями промысла в 12 региональных организациях и оценку эффективности систем научного наблюдения на промысле в 70-ти странах.

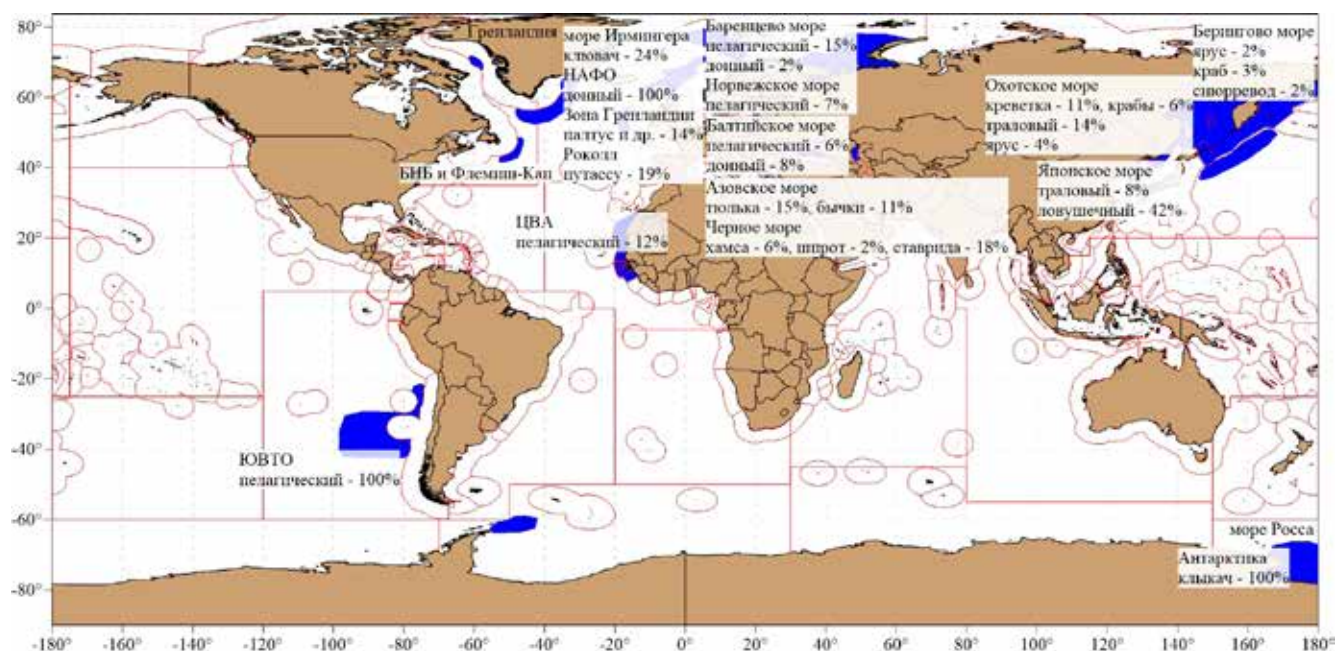


Рисунок 3. Средние данные об охвате наблюдателями ближних и удаленных промысловых районов в 2010-2020 годах

Figure 3. Average data on observers' coverage of near and remote fishing areas in 2010-2020

3. Опыт сбора первичной биологической и промысловой информации на разных видах промысла в пресноводных, солоноватоводных, морских и океанических районах на промысловых судах и рыбоприемных пунктах.

4. Особенности наблюдения на ярусных и траловых судах на промыслах донных и пелагических видов водных биологических ресурсов в районах Антарктики, Северо-Восточной и Центрально-Восточной Атлантики, Тихом океане, морях Ирмингера, Лабрадор, Баренцевом, Охотском, Беринговом, Японском, Балтийском, а также в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне и полуострове Крым.

5. Прилов видов-индикаторов уязвимых морских экосистем (УМЭ) на промысловых судах, а также учет наблюдателями морских млекопитающих и птиц.

6. Возможность расширения спектра сбора наблюдателями дополнительной информации о среде обитания на промысле для оценки влияния океанологических факторов на распределение промысловых объектов.

7. Роль наблюдателей в оперативном прогнозировании промысловой обстановки.

По результатам Конференции была организована Рабочая группа для реализации решений Конференции [7]. Указанной Рабочей группе было поручено подготовить документ, отражающий проблемы в рамках работы научных наблюдателей на промысле, а также:

а) разработать проект «Положения о научных наблюдателях на промысле», используя опыт различных организаций, в том числе Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (CCAMLR) и Региональной организации по управлению рыболовством в южной части Тихого океана (SPRFMO), а также – опыт практического применения Положения о наблюдателях на промысловых судах рыбохозяйственных организаций – членов Межрегиональной ассоциации «Ярусный промысел»;

б) сформулировать предложения в новое «Отраслевое соглашение по организациям рыбной отрасли» по взаимодействию сотрудников научно-исследовательских институтов, направляемых в качестве научных наблюдателей на промысел, Федеральным агентством по рыболовству и Общероссийским отраслевым объединением работодателей рыбной отрасли «Российский союз работодателей-рыбопромышленников», как полномочным представителям организаций рыбной отрасли;

в) разработать предложения по внесению изменений в федеральное законодательство Российской Федерации: определение правового статуса, прав и обязанностей российских научных наблюдателей на борту российских промысловых судов, на рыболовных участках и рыбоприемных пунктах; обязанности пользователей водных биологических ресурсов по допуску научных наблюдателей на борт промысловых судов, рыболовные участки и рыбоприемные пункты, в случае согласия со стороны соответствующей научной организации;

г) оценить возможность подготовки мер по поддержке сертификации российских промыслов и по созданию заинтересованности пользователей во-



Фото 3. Рабочее место научных наблюдателей в рыбном цехе (Фото Р.В. Трофимова)

Photo 3. The workplace of scientific observers in the fish shop (Photo by R.V. Trofimov)

дних биологических ресурсов в обеспечении эффективного наблюдения на промысле в рамках механизма частно-государственного партнерства;

д) подготовить предложения по расчету размера оплаты труда научных наблюдателей на промысле.

С целью решения ряда вышеуказанных проблемных вопросов предлагаются следующие пути совершенствования системы научного наблюдения на рыбном промысле:

1. Внести изменения в федеральное законодательство Российской Федерации, например, внести дополнительный раздел в Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», касающийся научных наблюдателей на рыбном промысле.

2. Разработать и утвердить соответствующим нормативным актом Положение о научных наблюдателях на рыбном промысле.

3. Пересмотреть методику расчета и размер оплаты научных наблюдателей на рыбном промысле, привязав ее к среднему заработку командного состава промыслового судна.

4. Продолжить работу Центра компетенций «Подготовка научных наблюдателей» в рамках Программы развития кадрового потенциала ФГБНУ «ВНИРО» на 2020-2023 годы [8].

5. Подготовить меры по поддержке сертификации российских промыслов и создать правовые условия для заинтересованности пользователей ВБР в обеспечении эффективного научного наблюдения на рыбном промысле.

6. Предусмотреть, при проектировании и постройке новых промысловых судов, присутствие в составе экипажа научного наблюдателя с отдельной каютой, научной лабораторией или оборудованным рабочим местом.

7. Принять термин «Научный наблюдатель на рыбном промысле» в следующей формулировке: на-

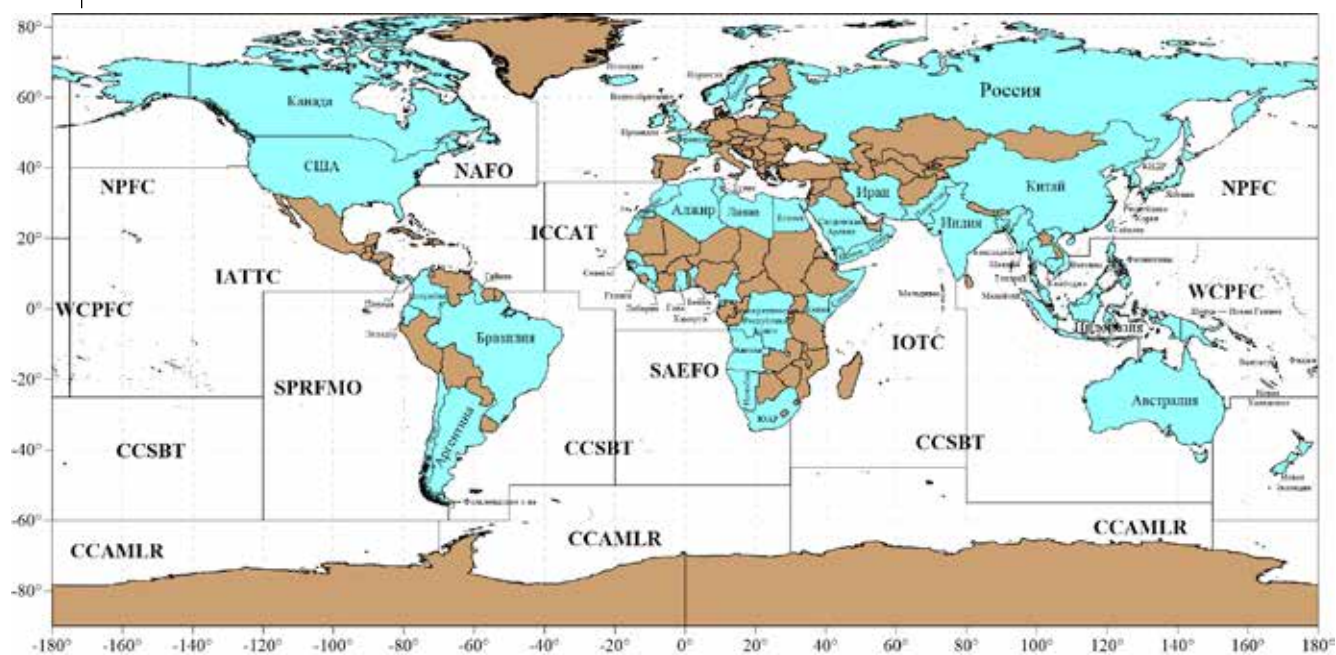


Рисунок 4. Страны (выделены голубым цветом) по которым выполнялась оценка наблюдения на промысле, аббревиатурами отмечены международные региональные организации по управлению рыболовством

Figure 4. Countries (highlighted in blue) with an assessment of the effectiveness of surveillance in the fishery, abbreviations are marked by international regional fisheries management organizations

учный наблюдатель – лицо, уполномоченное правомочной организацией квалифицированно собирать промыслово-биологические данные на борту промыслового судна и/или соответствующем береговом пункте, и/или рыболовном участке с целью получения материалов для рационального и устойчивого управления водными биоресурсами [5].

Научный наблюдатель на промысле должен быть полноценным членом экипажа. Наблюдателя необходимо наделить определенными правами и обязанностями, соответствующим статусом, независимо от района работ и судна, на котором он находится [2].

Для повышения эффективности научного мониторинга на рыбном промысле предлагается оценивать роль рыбодобывающих компаний в российской системе научных наблюдателей по Индексу научного мониторинга на рыбном промысле (IFO). Величина указанного Индекса ежегодно будет определяться в зависимости от следующих критериев:

- количество наблюдателей, работающих в рыбодобывающей компании (n);
- количество суток, затраченных научными наблюдателями для сбора промыслово-биологической информации в рыбодобывающей компании (t);
- объем материала, собранного научным наблюдателем в рыбодобывающей компании (количество обработанных промысловых операций и другое) (d).
- количество суток, проведенных рыбодобывающей организацией на промысле за год (T).

$$IFO = (n \cdot t \cdot d) / T$$

Указанный Индекс должен быть общедоступным. Судовладельцам, имеющим максимальные

величины Индекса, необходимо предусмотреть определённые преференции за предоставление возможности научным наблюдателям сбора промыслово-биологических данных.

В одной из предыдущих работ [2] нами был предложен индекс наблюдения на промысле ВБР, который по открытым доступным данным оценивался для конкретной страны. Этот индекс был получен путем оценки систем наблюдения на рыбном промысле в 66 странах по ряду критериев: охват наблюдателями промысла, наличие программ наблюдения на промысле, наличие институтов подготовки наблюдателей, численность подготовленных наблюдателей, уровень поддержки наблюдателей со стороны государства, статус и полномочия наблюдателей, участие наблюдателей в программах международных региональных организаций, рекламирование профессии наблюдателей, риски запугивания наблюдателей, зависимость наблюдателя от капитана и экипажа судна (рис. 4).

Оценка российской системы научных наблюдателей на рыбном промысле показала, что Россия входит в первую десятку по индексу наблюдения на рыбном промысле [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Российские научные наблюдатели выполняют сбор промыслово-биологической информации на борту промысловых судов, рыбоприемных пунктах и рыболовных участках во внутренних водах, территориальном море, ИЭЗ Российской Федерации и в промысловых районах Атлантического, Тихого и Южного океанов.

Научные наблюдатели на рыбном промысле играют важнейшую роль в отечественной рыбохозяй-

ственной науке, рыбном хозяйстве, решая задачи от сбора данных для оценки запасов промысловых биоресурсов и выработки рекомендаций по регулированию и развитию российского рыболовства до защиты интересов российского рыболовства в международном сотрудничестве и в расширении российского научного присутствия в Мировом океане.

При этом, для решения проблем в российской системе научных наблюдателей, на рыбном промысле необходимо её совершенствование, в первую очередь – в законодательной части.

С целью выявления проблемных вопросов в российской системе наблюдения на рыбном промысле была проработана доступная нормативная база Российской Федерации, имеющая отношение к данному направлению. Значительной проблемой российской системы научного наблюдения на рыбном промысле является ее отсутствие в законодательстве Российской Федерации. Этот существенный недостаток является основной причиной других проблем, не позволяющих модернизировать российскую систему научного наблюдения на рыбном промысле. Единственным путем решения этой проблемы может быть изменение и дополнение российского законодательства. Эффективное нормативное регулирование вышеизложенного направления позволит существенно раскрыть потенциал научного наблюдения.

Основным аргументом необходимости совершенствования российской системы научного наблюдения на рыбном промысле и ее финансовой поддержки является ценность, собираемых наблюдателями, материалов. Эти материалы становятся значительным дополнением к комплексным данным, а в отдельных случаях – единственным источником информации о состоянии биологических ресурсов и их среды обитания во внутренних водах, территориальном море и ИЭЗ России, а также в Мировом океане. Кроме того, работа научных наблюдателей на российских рыбодобывающих судах приобретает особую важность на фоне либо сокращения рейсов оборота экспедиционных исследований на научно-исследовательских судах, либо вообще их отсутствия в некоторых промысловых районах.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Г.Е. Маслянкин – идея работы, подготовка статьи, введения и заключения, окончательная проверка статьи; С.Ю. Гулюгин – анализ данных, подготовка введения, оформление статьи; А.Г. Архипов – оформление статьи, подготовка заключения.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: G.E. Maslyankin – the idea of the work, preparation of the article, introduction and conclusion, final verification of the article; S.Y. Gulyugin – data analysis, preparation of the introduction, design of the article; A.G. Arkhipov – design of the article, preparation of the conclusion.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. FAO. The state of world fisheries and aquaculture – 2020. Measures to increase sustainability. – Rome: FAO. – 2020. – 223 p. – URL: <https://doi.org/10.4060/ca9229ru>. Publication date: 07.10.2020.
2. Маслянкин Г.Е. Перспективы глобального научного мониторинга биологических ресурсов Мирового океана на промысловых судах / Г.Е. Маслянкин, А.В. Теплинская, А.А. Вафиев, С.Ю. Гулюгин // Материалы Первой Всероссийской конференции наблюдателей на промысле (Калининград, 13-17 сентября 2021 г.). – Калининград: АтлантНИРО. – 2022. – С. 170-188.
2. Maslyankin G.E. Prospects of global scientific monitoring of biological resources of the World Ocean on fishing vessels / G.E. Maslyankin, A.V. Teplinskaya, A.A. Vafiev, S.Y. Gulyugin // Materials of the First All-Russian Conference of observers in the fishery (Kaliningrad, September 13-17, 2021). – Kaliningrad: AtlantNIRO. – 2022. – Pp. 170-188.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.12.2008 г. № 994 «Об утверждении положения об осуществлении государственного мониторинга водных биологических ресурсов и применении его данных» – URL: <https://base.garant.ru/12164443/?ysclid=l81c43r23t705363424> (Дата обращения: 14.09.2022)
3. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 994 of December 24, 2008 "On Approval of the Regulations on the Implementation of State monitoring of aquatic biological Resources and the Application of its data" – URL: <https://base.garant.ru/12164443/?ysclid=l81c43r23t705363424> (Accessed 14.09.2022)
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.06.2009 г. № 531 «Об определении и утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов и его изменении» – URL: <https://base.garant.ru/2168806/> (Дата обращения: 14.09.2022)
4. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 531 of 25.06.2009 "On determination and approval of the total allowable catch of aquatic biological resources and its modification" - URL: <https://base.garant.ru/2168806/> (Date of publication: 14.09.2022)
5. Маслянкин Г.Е. Проблемы и перспективы российской системы наблюдателей на промысле водных биоресурсов / Г.Е. Маслянкин, С.Ю. Гулюгин, А.Ю. Бакай, А.И. Варкентин и другие // Материалы Первой Всероссийской конференции наблюдателей на промысле (Калининград, 13-17 сентября 2021 г.). – Калининград: АтлантНИРО. – 2022. – С. 32-48.
5. Maslyankin G.E. Problems and prospects of the Russian system of observers in the fishery of aquatic biological resources / G.E. Maslyankin, S.Y. Gulyugin, A.Y. Bakai, A.I. Varkentin and others // Materials of the First All-Russian Conference of observers in the fishery (Kaliningrad, September 13-17, 2021). – Kalinin-grad: AtlantNIRO. – 2022. – Pp. 32-48.
6. Устав службы на судах рыбопромыслового флота Российской Федерации, утвержденный приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 27 июля 2020 г. № 421. <http://ivo.garant.ru/#/document/74839361/paragraph/607:0> (Дата обращения: 14.09.2022)
6. The Charter of service on vessels of the fishing fleet of the Russian Federation, approved by Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 421 dated July 27, 2020. <http://ivo.garant.ru/#/document/74839361/paragraph/607:0> (Accessed: 14.09.2022)
7. Резолюция I Всероссийской конференции наблюдателей на промысле // Материалы Первой Всероссийской конференции наблюдателей на промысле (Калининград, 13–17 сентября 2021 г.). – Калининград: АтлантНИРО. – 2022. – С. 11-15.
7. Resolution of the I All-Russian Conference of observers in the fishery // Materials of the First All-Russian Conference of observers in the fishery (Kaliningrad, September 13-17, 2021). – Kaliningrad: AtlantNIRO. – 2022. – Pp. 11-15.
8. Маслянкин Г.Е., Гулюгин С.Ю. Курсы подготовки научных наблюдателей для работы на российских судах тралового лова в районе Центрально-Восточной Атлантики (г. Калининград, АтлантНИРО, 19-27 апреля 2021 года) / Г.Е. Маслянкин, С.Ю. Гулюгин // Труды АтлантНИРО. – Калининград: АтлантНИРО. – 2021. – Т. 5, № 1 (11). – С. 12-16.
8. Maslyankin G.E. Training courses for scientific observers to work in Russian Trawl fishing vessels in the area of the Central-Eastern Atlantic (Kaliningrad, AtlantNIRO, April 19-27, 2021) / G.E. Maslyankin, S.Y. Gulyugin // Works of AtlantNIRO. – Kaliningrad: AtlantNIRO. – 2021. – Vol. 5, No. 1 (11). – Pp. 12-16.

Кейс-метод, как инновационный метод образования

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-12-15

Доктор экономических наук, профессор **М.Н. Чечурина** – профессор кафедры цифровых технологий, математики и экономики;

В.В. Василевич – заместитель проректора по научной работе;

Н.М. Кривда – специалист по управлению проектами II категории Отдела обеспечения научно-исследовательской деятельности;

А.М. Алексеев – студент –

Мурманский государственный технический университет (ФГАОУ ВО «МГТУ»)

@ VasilevichVV@mstu.edu.ru;
Krivdanm2@mstu.edu.ru;
Alexalexeev202@yandex.ru

THE CASE METHOD AS AN INNOVATIVE METHOD OF EDUCATION

Doctor of Economics, Professor **M.N. Chechurina** – Professor Department of Digital Technologies, Mathematics and Economics, Murmansk State Technical University (FGAOU VO "MSTU")

V.V. Vasilevich – Deputy Vice-Rector for Scientific Work;

N.M. Krivda – Specialist in project management of the II category of the Department of Support of Research Activities – Murmansk State Technical University (FGAOU VO "MSTU");

A.M. Alekseyev – student, Murmansk State Technical University (FGAOU VO "MSTU")

In modern conditions, universities need to learn to respond flexibly to external challenges and provide the economy with effective personnel with a wide range of competencies. To achieve the corresponding results, it is necessary to introduce innovative educational technologies into the educational processes, which can help to increase the interest of students in the subject of study, the acquisition and development of flexible skills and competencies.

This article analyzes the main advantages of innovative educational technology - the case method, considers the advantages of its use in the context of gaining competitive advantages by students, including in further employment.

Ключевые слова:

кейс-метод, инновационные образовательные технологии, навыки студентов, компетенции

Keywords:

case method, innovative educational technologies, students' skills, competencies

В условиях быстро меняющихся потребностей рынка и жесткой конкуренции, отсутствие над-профессиональных навыков и знаний среди выпускников высших учебных заведений служит существенным ограничением, создающим определенные сложности для их дальнейшего развития в профессиональной сфере. Особенно эта проблема актуальна для выпускников региональных вузов, где обучение надпрофессиональным навыкам не является приоритетной задачей при подготовке обучающихся по основным предметам образовательных программ.

После окончания обучения в ВУЗе, выпускники достаточно часто сталкиваются со сложностями при трудоустройстве, что в дальнейшем приводит к тому, что молодые специалисты не работают по профилю выпускной специальности. По данным Росстата, примерно 40% выпускников профессиональных учебных заведений в период учебы не проявляют в направлении трудоустройства никакой активности.

По данным социологических опросов [1], проведенных среди молодых специалистов, основной сложностью при трудоустройстве является недостаток или отсутствие опыта работы – 68% респондентов указывают эту проблему как основную. Остальные обозначенные проблемы не выделяются такой массовой выборкой. Диаграмма, представленная на

рисунке 1, отражает мнение 350 выпускников ВУЗов 2017-2019 годов о трудностях, с которыми они столкнулись в ходе поиска работы после окончания обучения. Опрос был открытый, респонденты могли указывать несколько вариантов ответа.

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод, что из завершивших обучение в течение последних пяти лет 6 млн специалистов разного квалификационного уровня, примерно 1,8 млн человек не смогли трудоустроиться по соответствующей диплому специальности. При этом ситуация кардинально не меняется.

По статистике, работодатель выделяет для себя три основных критерия при найме на работу молодых специалистов: 73% работодателей заинтересованы в наличии у выпускника компетенций по специальности необходимой для компании, 51,6% работодателей рассматривают опыт деловой коммуникации с кандидатом во время стажировок и 47,5% респондентов хотят видеть кандидата – выпускника ВУЗа с хорошей репутацией [2]. Очевидно, что недостаток опыта и дальнейшую проблему с трудоустройством может решить прохождение стажировки на предприятии.

По данным социологических исследований [1], прохождение стажировок в период обучения способствовало трудоустройству 65% обучаю-

щихся. Еще 12% стажировавшихся респондентов получили предложение о работе, но отказались принимать его. Как показывает практика, от процесса стажировки обучающегося на предприятии выигрывают все участники: обучающиеся, образовательные учреждения и профильные организации.

Значительно упростить поиск будущей стажировки можно при активном участии в реализуемых различными организациями кейс-чемпионатов. Кейс – это практико-ориентированная реальная или вымышленная задача, с которой сталкиваются или могут столкнуться организации в ходе своей деятельности. Задачей же обучающихся при решении кейсов является комплексный анализ ситуации и выработка оптимальных путей для ее решения.

История кейс-метода насчитывает чуть более века. Впервые он был применен в Школе права Гарвардского университета в 1870 году. Уникальность и продуктивность метода способствовали его распространению по всему миру, в том числе и в России. Как правило, решение кейса предусматривает групповую работу и выработку коллегиального решения.

Эффективность использования данного метода внутри компаний для решения своих собственных задач, в том числе путем вовлечения обучающихся учебных заведений в практическую работу с кейсами, способствовала распространению практики организации кейс-чемпионатов. Так, например, в рамках кейс-чемпионата Cup Russia 2022, организованного платформой по карьерному развитию Changellenge, спонсорами выступали такие компании как МТС, Henkel, Danone, Сбер и другие [3].

Основным плюсом для компаний от участия в организации кейс-чемпионатов является возможность формирования свежего взгляда на собственные проблемы – зачастую обучающиеся могут предложить нестандартное решение задачи, а также формирование кадрового резерва из числа победителей.

Таким образом, основным преимуществом для обучающихся от участия и победы в различных кейс-чемпионатах является возможность прохождения стажировок в компаниях-организаторах и партнерах кейс-чемпионатов. Поэтому активное участие в подобных мероприятиях может способствовать получению приглашения на стажировку в компанию и, соответственно, облегчить поиск работы в дальнейшем.

В социологических исследованиях, проведенных профессиональной ассоциацией по трудовым ресурсам (Society for Human Resource Management), одной из основных проблем при трудоустройстве является недостаток необходимых мягких навыков (soft-skills). По статистике, 37% работодателей не обнаруживают у кандидатов таких важных навыков как критическое мышление, креативность и инновационность решений, 32% – навыки решения сложных и неоднозначных задач и 31% – умение работать в команде. По итогам исследования, треть работодателей выделяет для себя эти навыки как необходимые для трудоустройства специалиста [4].

В современных условиях ВУзам необходимо учиться гибко реагировать на внешние вызовы и обеспечивать экономику эффективными кадрами, обладающими широким спектром компетенций. Для достижения соответствующих результатов требуются внедрение в учебные процессы инновационных образовательных технологий, которые могут способствовать повышению заинтересованности у обучающихся к предмету обучения, приобретению и развитию гибких навыков и компетенций.

В данной статье проанализированы основные достоинства инновационной образовательной технологии – кейс-метода, рассмотрены преимущества его использования в контексте обретения конкурентных преимуществ обучающимися, в том числе при дальнейшем трудоустройстве.

Как показывает практика, активное вовлечение обучающихся в технологию решения кейсов способствует развитию необходимых работодателю надпрофессиональных навыков. В процессе решения кейсов формируются и развиваются следующие качества:

- аналитические навыки (умение отличать данные от информации, классифицировать, выделять существенную и несущественную информацию, анализировать, представлять ее, находить пропуски информации и уметь восстанавливать их);
- практические навыки (использование академической теории, методов, принципов на практике);
- творческие навыки (одной логикой, как правило, кейс-ситуацию не решить, очень важны творческие навыки в генерации альтернативных решений, которые нельзя найти логическим путем);
- коммуникативные навыки (умение вести дискуссию, убеждать окружающих, использовать наглядный материал и другие медиа-средства, кооперироваться в группы, защищать собственную точку зрения, убеждать оппонентов, составлять краткий, убедительный отчет);
- социальные навыки (в ходе обсуждения кейса вырабатываются определенные социальные навыки: оценка поведения людей, умение слушать, поддерживать в дискуссии или аргументировать противоположное мнение и т. д.);
- самоанализ (несогласие в дискуссии способствует осознанию и анализу мнения других и своего собственного; возникающие моральные и этические проблемы требуют формирования социальных навыков их решения) [5].

Таким образом, кейс-метод в обучении может стать эффективной составной частью имеющийся системы образования в ВУЗах. В период обучения студенты смогут знакомиться и погружаться в решение практических задач, с которыми сталкиваются организации, тем самым отрабатывать и развивать свои профессиональные и надпрофессиональные компетенции в рамках решения практико-ориентированных кейсов [6].

Многие крупные российские ВУЗы уже используют на практике методы решения кейсов, а также способствуют студентам в организации и развитии кейс-клубов. Посредством кейс-клубов и развитии университетского кейс-движения, студенты организуют внутренние чемпионаты, а также участвуют в кейс-чемпионатах, организованных различными компаниями, тем самым развивая свои знания и компетенции. Каждый из 10 лучших (согласно рейтинговому агентству RAEX) ВУЗов России имеет в своей структуре кейс-клуб [7].

Использование кейс-метода в качестве дидактического инструмента практикуется в обучении специалистов самых разнообразных профессий. Независимо от профиля дисциплины, кейс-метод обладает высокой продуктивностью. Использование кейсов – это хорошая возможность закреплять полученные знания, развивать практические умения и навыки, учиться делать заключения. Кейс-метод используют как инструмент, обеспечивающий профессиональное становление личности современного специалиста [4].



Рисунок 1. Результаты социологического исследования

Figure 1. Results of the sociological research

Главной сложностью при использовании данного метода в ВУЗе является необходимость создания кейсов, адаптированных к образовательному процессу, а также – разработка методики их применения. Очевидно, что для создания кейсов целесообразно привлекать специалистов извне, обладающих практическими навыками работы в предметной области, которые могут формировать комплексные неструктурированные задачи, с которыми можно столкнуться в реальных условиях [8].

Традиционный образовательный уклон, преобладающий в системе подготовки специалистов в ВУЗах, определяет безучастную позицию руководства ВУЗа в продвижении кейс-технологии и создании авторских кейсов. Данный фактор создает дополнительные ограничения, сдерживающие развитие процесса использования кейс-метода в образовательных учреждениях [9].

Инициативным преподавателям, заинтересованным в использовании метода кейсов в своих курсах без поддержки внешних специалистов, приходится тратить слишком много времени на подготовку образовательных материалов. При этом, около 62% преподавателей, которые используют кейсы в своей образовательной практике, пишут их самостоятельно [9].

При всей сложности внедрения данного метода, он является эффективным и оказывает положительное влияние на студентов. Так, например, в 2015 г. проводился эксперимент, в ходе которого 125 обучающихся Московского государственного университета экономики статистики и информатики должны были решить задачу, представленную в виде кейса. Эксперимент показал, что задание, изложенное и оформленное подобным образом, привлекло внимание 85% обучающихся, остальные подключились в процессе. Обучающиеся проявляли высокую активность в обсуждении и решении поставленных задач, предлагали свои доводы и слушали версию своих оппонентов [4].

Примечателен и тот факт, что при решении кейса многие обучающиеся, ранее не проявлявшие активности на семинарах, включились в работу, принимали участие в обсуждении, выдвигали новые идеи и предложения. В целом, несмотря на то, что они не решались брать ответственность за результат работы всей группы, они становились полноценными участниками команды и могли переосмыслить свою роль. Иными словами, они приобретали опыт, который им будет полезен в дальнейшей профессиональной деятельности [5].

В настоящее время общество испытывает острый дефицит специалистов с хорошо развитыми гибкими навыками. Таким образом, в сферу обязанностей и компетенций современного преподавателя ВУЗа должна входить и задача по обеспечению должного формирования и развития надпрофессиональных навыков у обучающихся.

Более того, современные реалии требуют ускоренного вовлечения потенциала и развития целеустремленной, инициативной молодежи, способной к предпринимательской активности, созданию и реализации инновационных идей, как будущей опоры экономики государства. Для того, чтобы формировать данные качества у будущих специалистов, необходимо искать такие методы, которые будут развивать сразу все необходимые компетенции.

Кейс-метод является достаточно эффективным образовательным методом. При грамотной интеграции в образовательные программы ВУЗов, обучающиеся смогут приобрести и развить необходимые надпрофессиональные навыки, которые в дальнейшем пригодятся в их профессиональной деятельности, независимо от ее области [10].

При решении заданий, составленных в виде кейсов, обучающиеся применяют знания, полученные на занятиях, и используют их в решении реальной или вымышленной задачи. Обучающиеся анализируют, продумывают и формируют свои решения. Командная работа присутствует почти на всех этапах решения кейса. При всем этом, значительное число кейс-чемпионатов, поддерживаются компаниями мирового уровня. По результатам выполнения кейса, обучающиеся демонстрируют свои навыки экспертам из числа компаний-организаторов. Немаловажным фактом является адаптация будущих специалистов в профессиональную деятельность при решении реальных ситуаций. Обучающиеся учатся брать ответственность на

себя, принимать взвешенные решения и представлять их своим партнерам по команде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инновационность в подходе к решению нестандартных задач, а также доказанная эффективность и активное использование метода кейсов в образовательных процессах за рубежом не находит широкого применения и развития в отечественной образовательной практике. Особенно эта ситуация характерна для региональных ВУЗов, где инновационные образовательные программы внедряются крайне медленно и неохотно. Несмотря на преимущества кейс-метода, имеющего неограниченность в использовании и дисциплинарную унифицированность, а также формирующего профессиональные и над-профессиональные компетенции у обучающихся, этот метод используется в достаточно малом объеме.

Основными проблемами внедрения данного метода являются нехватка информационной базы кейсов и отсутствие поддержки руководства ВУЗов в развитии процесса использования кейс-метода в образовательном процессе, делая упор на традиционные формы обучения.

Современная тенденция развития сферы образования, а также возрастающая потребность в квалифицированных и одновременно гибких специалистах ведет к тому, что образовательные учреждения начнут уделять внимание использованию нетрадиционных форм обучения в образовательном процессе. Кейс-метод в обучении может стать эффективным дополнением к традиционному образовательному процессу и способствовать подготовке специалистов, обладающих востребованными работодателями качествами, а также развивать навыки, необходимые для формирования предпринимательской активности, создания и реализации инновационных идей.

Работа выполнена в рамках научного проекта «Исследование эффективности внедрения в образовательный процесс кейс-технологий, формирующих и развивающих у обучающихся компетенции, необходимые работодателю»

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов в работу: **Василевич В.В.** – идея работы, окончательная проверка статьи; **Кривда Н.М.** – сбор и анализ литературных источников, подготовка статьи; **Алексеев А.М.** – сбор и анализ литературных источников, подготовка статьи.

The work was carried out within the framework of the scientific project "Study of the effectiveness of the introduction of case technologies into the educational process that form and develop students' competencies necessary for the employer"

The authors declare that there is no conflict of interest.

The authors' contribution to the work: **Vasilevich V.V.** – the idea of the work, the final verification of the article; **Krivda N.M.** – collection and analysis of literary sources, preparation of the article; **Alekseev A.M.** – collection and analysis of literary sources, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Выпускники вузов оценивают сложности поиска работы на 7,3 балла из 10 // Superjob: [сайт]. – 2022. – URL: <https://www.superjob.ru/research/articles/112336/vypuskniki-vuzov-ocenivayut-slozhnosti-poiska-raboty-na-7/> (Дата обращения: 16.06.2022)
1. University graduates estimate the difficulty of finding a job by 7.3 points out of 10 // Superjob: [website]. – 2022. – URL: <https://www.superjob.ru/research/articles/112336/vypuskniki-vuzov-ocenivayut-slozhnosti-poiska-raboty-na-7/> (Accessed: 06/16/2022).
2. Омарова К.А. Актуальные проблемы трудоустройства и адаптации выпускников вузов на рынке труда / К.А. Омарова, А. Элдарава, К. Курбанова // Региональные проблемы преобразования экономики. Экономика народонаселения и демография. – 2019. – №12. – С. 240-248.
2. Omarova K.A. Actual problems of employment and adaptation of university graduates in the labor market / K.A. Omarova, A. Eldarova, K. Kurbanova // Regional problems of economic transformation. Population economics and demography. – 2019. – №12. – Pp. 240-248.
3. CupRussia2022: официальный сайт. – Москва, 2022. – URL: https://challengelenge.com/championships/challengelenge-cup-russia-2022/?utm_source=cl-site&utm_medium=main&utm_campaign=champs (Дата обращения: 16.06.2022).
3. CupRussia2022: official website. – Moscow, 2022. – URL: https://challengelenge.com/championships/challengelenge-cup-russia-2022/?utm_source=cl-site&utm_medium=main&utm_campaign=champs (Accessed: 06/16/2022)
4. Гузиева Э.Р. Практика применения кейс-метода в обучении студентов / Э.Р. Гузиева, А.А. Жамборов, Р.М. Мутусханова // Мир науки, культуры и образования – 2021. – № 1(86). – С. 77-78.
4. Guzueva E.R. The practice of using the case method in teaching students / E.R. Guzueva, A.A. Zhamborov, R.M. Mutushanova // The world of science, culture and education – 2021. – № 1(86). – Pp. 77-78.
5. Планкин К.А. Обучающие возможности кейс-метода в профессиональном образовании / К.А. Планкин, В.А. Ченобытов // Молодой ученый. – 2013. – № 1 (48). – С. 354-355.
5. Plankin K.A. Educational opportunities of the case method in professional education / K.A. Plankin, V.A. Chenobytov // Young scientist. – 2013. – № 1 (48). – Pp. 354-355.
6. Никулина Ю.Н. Стажировки как инструмент формирования профессиональных компетенций выпускников и обеспечения их занятости / Ю.Н. Никулина // Креативная экономика. – 2019. – №13(6). – С. 1279-1292.
6. Nikulina Yu.N. Internships as a tool for the formation of professional competencies of graduates and ensuring their employment / Yu.N. Nikulina // Creative Economy. – 2019. – №13 (6). – Pp. 1279-1292.
7. Рейтинг лучших вузов России RAEX-100: официальный сайт. – Москва, 2021. – URL: https://raex-a.ru/researches/vuz/vuz_best_2021 (Дата обращения: 16.06.2022)
7. Rating of the best universities in Russia RAEX-100: official website. – Moscow, 2021. – URL: https://raex-a.ru/researches/vuz/vuz_best_2021 (Accessed: 06/16/2022)
8. Барина Н.В. Использование кейс метода при обучении студентов вуза как фактор повышения качества образования / Н.В. Барина // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – № 22(64). – С. 70-72.
8. Barinova N.V. The use of the case method in teaching university students as a factor in improving the quality of education / N.V. Barinova // Problems of modern science and education. – 2016. – № 22(64). – Pp. 70-72.
9. Гладких И.В. Создание и использование учебных кейсов в российском бизнес-образовании / И.В. Гладких, О.Н. Алканова // Российский журнал менеджмента. – 2014. – №12(2). – С. 99-116.
9. Gladkikh I.V. Creation and use of educational cases in Russian business education / I.V. Gladkikh, O.N. Alkanova // Russian Journal of Management. – 2014. – №12 (2). – Pp. 99-116.
10. Ревин И.А. Развитие предпринимательских компетенций у студентов технического вуза / И.А. Ревин, Д.Л. Цыбулевская // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. – С. 514.
10. Revin I.A. Development of entrepreneurial competencies among students of a technical university / I.A. Revin, D.L. Tsybulevskaya // Modern problems of science and education. – 2015. – № 2-1. – 514 p.

Механизм оценки антропогенного воздействия на запасы водных биологических ресурсов в Астраханской области

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-16-20

Кандидат биологических наук
М.Н. Горохов – руководитель
филиала ВНИРО;

кандидат биологических наук
В.В. Барабанов – руководитель
центра ресурсных исследований;

кандидат технических наук
В.Н. Ткач – старший научный
сотрудник –

Волжско-Каспийский филиал
ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)

@ maksimgorokhov78@mail.ru;
barabanov2411@yandex.ru;
tkach_v_n@mail.ru

MECHANISM OF ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE RESERVES OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN THE ASTRAKHAN REGION

Candidate of Biological Sciences **M.N. Gorokhov** – Head of VNIRO branch;
Candidate of Biological Sciences **V.V. Barabanov** – Head of the Resource Research Center;
Candidate of Technical Sciences **V.N. Tkach** – Senior Researcher –
Volga-Caspian Branch of VNIRO Federal State Budgetary Institution (KaspNIRKh)

The nature and methods of fishing become extremely important in inland waters with a limited raw material base and sharply changing reproductive capacity of fish herds under the influence of habitat. Currently, 19 species of semi-passable and river fish are used in the Astrakhan region. All these species live in a single water area and practically do not create local single-species clusters. The modern resource base of semi-navigable and river fish, on which industrial fishing in the Astrakhan region is based, is limited. Stocks of a number of fish species are declining – roach, tench, pike. Stocks of others are stagnating at a low level – bream, catfish. At the same time, the annual increase in fishing intensity due to the commissioning of new fishing sites does not compensate for the decrease in commercial catches, which indicates the tense state of the fishing resource base in the Astrakhan region.

Ключевые слова:

рыболовные участки (РЛУ), антропогенное воздействие, промысловые запасы, общий допустимый улов (ОДУ), рекомендованный вылов (РВ), неучтенный вылов

Keywords:

fishing areas (RLS), anthropogenic impact, fishing stocks, total allowable catch (ODE), recommended catch (RV), unaccounted catch

ВВЕДЕНИЕ

Одним из инструментов, используемых для управления рыбными ресурсами, является институт рыболовных участков (РЛУ), которые формируются региональными органами власти на акватории водного объекта и используются для осуществления промышленного рыболовства. Границы рыболовного участка устанавливаются с использованием географических координат и должны находиться в пределах одного муниципального образования. По своей сути, рыболовный участок необходим для разграничения интересов хозяйствующих субъектов, осуществляющих использование рыбных ресурсов на одних и тех же акваториях водных объектов [6]

Воспроизводство рыб в последние годы проходит в условиях низкого объема весеннего половодья, что отрицательно сказывается на выживаемости поколений. Как результат, современные промысловые запасы полупроходных и речных рыб в дельте р. Волга ограничены, а по некоторым видам идет сокращение

[7]. Общая величина ОДУ и РВ полупроходных и речных видов рыб, основных объектов промысла во внутренних водных объектах Астраханской области, не превышает 21 тыс. тонн.

Для стабилизации промысловых уловов на водных объектах Астраханской области ежегодно вводятся новые рыболовные участки, тем самым увеличивается промысловая нагрузка на водные биоресурсы, численность которых снижается.

С целью выработки мер по снижению рыболовной нагрузки, необходим механизм оценки воздействия на запасы водных биоресурсов со стороны промышленного рыболовства, с последующими рекомендациями по оптимизации количества рыболовных участков на водных объектах Астраханской области.

В настоящее время, на основании поручения Волго-Каспийского научно-промыслового совета Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») провел работу по оценке оптималь-

ного количества рыболовных участков на водных объектах Астраханской области, которых достаточно для осуществления промышленного рыболовства и вылова объемов общего допустимого улова и рекомендованного вылова ОДУ и РВ водных биоресурсов, ежегодно устанавливаемых для региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Статистический материал для разработки механизма оценки воздействия рыболовной нагрузки на промысловые запасы рыб собирался в инспекциях Волго-Каспийского территориального управления Росрыболовства (ВКТУ), на местах лова в речной зоне (количество рыболовных участков, орудий лова, время работы) [4]. Для количественной оценки влияния промысла на популяции рыб использовалась методика ВНИРО (1974), которая позволяет оценить параметры промышленного рыболовства – промысловое усилие, выраженное объемом обловленного пространства [8]. Объемы неучтенного изъятия полупроходных и речных рыб от промышленного лова определяли методом экспертной оценки [9]. Исходя из первичных материалов, собранных на экспериментальных участках в весеннюю и осеннюю путины, находится улов определенного вида рыб, приходящийся на 1 орудие лова в сутки. Количество орудий лова (невода, ставные сети, секрета) выписывалось из промысловых журналов и выданных разрешений (билетов). Зная время лова, фактическое количество орудий лова, заматов, времени лова и улова каждого вида рыбы на 1 орудие лова в сутки, рассчитывали цифру предполагаемого общего улова [5]. Объемы неучтенного промыслового изъятия полупроходных и речных рыб оценивались исходя из фактической интенсивности промысла, которая выражается как разница между рассчитанным и фактическим уловом [2]. Известно, что существенное неучтенное изъятие водных биоресурсов (расхищение промышленного вылова, браконьерский лов и любительское рыболовство) подрывает основы управления запасами полупроходных и речных рыб, приводит к снижению численности и объема их вылова [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Регулирование численности популяций животных в естественных условиях – одна из фундаментальных проблем биологии. Значительно усложняет данную проблему фактор антропогенного воздействия и, в первую очередь, промысловая эксплуатация популяции. Промысел полупроходных и речных рыб в Южном рыбохозяйственном районе Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна – традиционный, многовидовой и неоднородный. Ведущее место в промысле бассейна принадлежит Волго-Каспийскому и Северо-Каспийскому рыбохозяйственным подрайонам (Астраханская область), где доля вылова значительна – до 90%. После зарегулирования волжского стока в начале 1960-х гг., принятыми Правилами рыболовства был запрещен морской промысел, и рыболовство разрешалось только в реке. В Астраханской области промысел полупроходных и речных рыб производится, согласно Правилам рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйствен-

ного бассейна (приказ Минсельхоза РФ от 18 ноября 2014 г. № 453), в речной зоне (дельта р. Волга и ее водотоки) закидными, обкидными неводами, секретами с 1 марта по 15 мая и осенью – с 11 сентября по 10 декабря – в период весенней и осенней путины. В настоящий период перечень рыболовных участков Астраханской области, утвержденный постановлением областного Правительства № 172-П от 29.05.2019 г., включает 426 участков (рис. 1).

Общая продолжительность промысла, с помощью закидных и обтяжных неводов, составляет 166 суток, а секретами (вентерями) – 110 суток.

Разработка механизма оценки антропогенного воздействия на запасы водных биоресурсов основана на статистических материалах по оснащенности промысла и оценки неучтенного вылова от промышленного лова.

В речной зоне промысла, в период с 2015-2021 гг., в среднем использовалось 270 неводов и 5433 секрета (рис. 2,3).



Рисунок 1. Распределение рыболовных участков на водных объектах Астраханской области в дельте р. Волга

Figure 1. Distribution of fishing sites on the water bodies of the Astrakhan region in the delta of the Volga River

ного бассейна (приказ Минсельхоза РФ от 18 ноября 2014 г. № 453), в речной зоне (дельта р. Волга и ее водотоки) закидными, обкидными неводами, секретами с 1 марта по 15 мая и осенью – с 11 сентября по 10 декабря – в период весенней и осенней путины. В настоящий период перечень рыболовных участков Астраханской области, утвержденный постановлением областного Правительства № 172-П от 29.05.2019 г., включает 426 участков (рис. 1).

Общая продолжительность промысла, с помощью закидных и обтяжных неводов, составляет 166 суток, а секретами (вентерями) – 110 суток.

Разработка механизма оценки антропогенного воздействия на запасы водных биоресурсов основана на статистических материалах по оснащенности промысла и оценки неучтенного вылова от промышленного лова.

В речной зоне промысла, в период с 2015-2021 гг., в среднем использовалось 270 неводов и 5433 секрета (рис. 2,3).

Уловы невода на замёт колебались от 93,7 до 129,0 кг, при средней величине 107,2 кг, а улов секретов – от 1,6 до 4,4 кг/сутки, при среднем значении 2,5 кг.

Исходя из этих показателей, среднестатистический, годовой вылов одного секрета составляет 0,275 т, а минимальный – 0,176 тонн. Среднегодовой улов невода – 17,8 т и 15,6 т, соответственно, при условии их использования один раз в сутки в период пугины.

Учитывая, что в сутки производится от 3 до 6 замётов (в зависимости от особенностей РЛУ), среднегодовой вылов невода при трёх замётах составляет 53,4 тонн.

В 2021 г. на промысле использовалось 3410 секретов, которыми было добыто 600 т, а также 260 неводов, которыми было выловлено 12,168 тыс. т водных биоресурсов.

В целом, орудия лова, используемые на рыболовных участках в 2021 г., обеспечили минимальный вылов ОДУемых рыб в объёме 12,768 тыс. т, при ОДУ для промышленного рыболовства в 11,860 тыс. т, статистический вылов составил 10,04 тыс. т (табл. 1).

Приведенная в таблице, оценка неучтенного промышленного вылова, полученная как разница между расчетным и фактическим выловом при интенсивно-

сти неводного лова всего 3 притонения в сутки, является минимальной. Реальный неучтенный промышленный вылов определялся экспертной оценкой при фактическом режиме промысла, при котором интенсивность работы неводов в несколько раз превышает, приведенную выше, минимальную величину. Таким образом, объем вылова со стороны ННН-промысла, в рамках неучтенного промышленного вылова, сопоставим с фактическим выловом со стороны промышленного рыболовства.

Проведенный анализ показал, что имеющееся количество рыболовных участков, а также количество орудий лова в р. Волга и ее водотоках явно избыточно.

В настоящее время в дельте Волги имеются многочисленные зоны промысла, на которых рыболовные участки располагаются на всем протяжении водного объекта, не имея свободных акваторий, дающих рыбе шанс пройти к нерестилищам, не попав в многочисленные невода (рис. 4). В редакциях Правил рыболовства для Астраханской области (1962, 1984 гг.) существовало ограничение в 1 км между соседними рыболовными участками, что было необходимо для пропуска производителей рыб к местам нереста.

Анализ, выданных разрешений ВКТУ Росрыболовства на промышленный вылов водных биоресурсов за последние два года, показал, что в 2021 г. из 426 рыболовных участков было задействовано на промысле только 297 или 70%, а в 2022 г. их количество снизилось до 234 или 55% от общего количества, имеющих на водных объектах Астраханской области, рыболовных участков (табл. 2).

Промышленный вылов водных биоресурсов во внутренних водных объектах Астраханской области, помимо дельты р. Волга, ведется и в Волго-Ахтубинской пойме.

Уловы промышленного рыболовства в Волго-Ахтубинской пойме, на фоне общих уловов Астраханской области, незначительные, и базируются на облове водных объектов в самой пойме (в озерах, ильменях, старицах, култуках и т.д.). Это связано с тем что, согласно Правилам рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, утвержденных Приказом Минсельхоза России от 18 ноября 2014 г. № 453 (с дополнениями и изменениями), к запретным районам для добычи (вылова) водных биоресурсов промышленным рыболовством относится наиболее высокопродуктивная часть поймы – р. Волга ниже плотины Волжской ГЭС до начала р. Бузан и р. Ахтуба ниже плотины Волжской ГЭС до железнодорожного моста Красноярского района Астраханской области [3]. Также следует отметить, что наиболее крупные водотоки, такие как Волга и Ахтуба являются миграционными путями для особо ценных водных биоресурсов – проходных осетровых, здесь же расположены уникальные нерестилища осетровых.

В 2021 г. на водных объектах Волго-Ахтубинской поймы промышленным рыболовством было выловлено всего 181 т рыбы. В видовом составе промысловых уловов преобладали типичные представители пресноводной ихтиофауны – чехонь (16,6%), синец (16,6%), толстолобики (16,6%), густера (13,5%), плотва (8,4%) и белый амур (8,3%). Суммарная доля судака, леща, сазана, щуки и линя составила 3,4%.

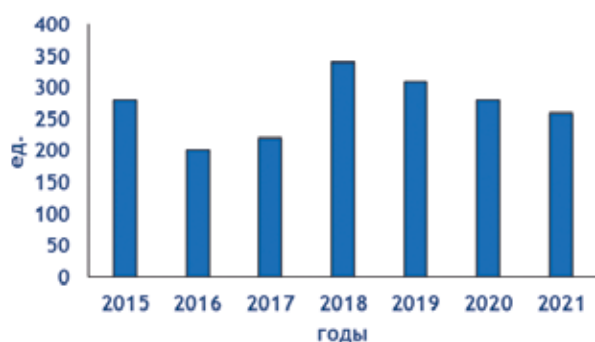


Рисунок 2. Количество неводов, используемых на промысле в речной зоне Астраханской области

Figure 2. The number of seines used in fishing in the river zone of the Astrakhan region

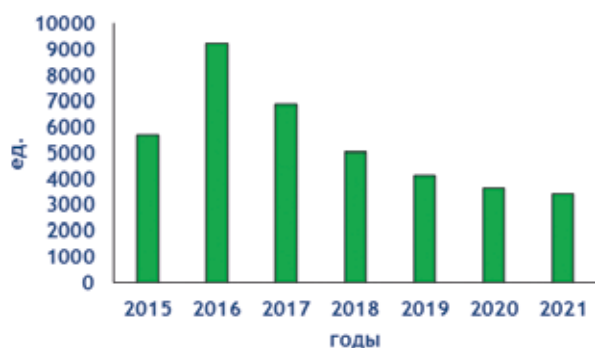


Рисунок 3. Количество секретов, используемых на промысле в речной зоне Астраханской области

Figure 3. The number of secrets used in fishing in the river zone of the Astrakhan region

Таблица 1. Расчётный и фактический вылов в речной зоне промысла Астраханской области в 2021 г., тыс. тонн / **Table 1.** Estimated catch in the river fishing zone of the Astrakhan region, thousand tons

Улов, тыс. т	Возможный улов секретами	Возможный улов неводами (зам.)	Суммарный вылов	Квота на 2021 г.	Фактический вылов в 2021 г.
	0,600	12,168	12,768	11,860	10,04

Таблица 2. Использование участков для промышленного рыболовства в Астраханской области согласно постановлению правительства Астраханской области от 29 мая 2019 г. No 172-П «О перечне рыболовных участков Астраханской области» / **Table 2.** The use of sites for industrial fishing in the Astrakhan region in accordance with the Decree of the Government of the Astrakhan region dated May 29, 2019 No. 172-P "On the list of fishing sites of the Astrakhan region"

Район добычи	Количество рыболовных участков	Выдано разрешений (использовано РЛУ) в 2021 г.	Выдано разрешений (использовано РЛУ) в 2022 г.
Ахтубинский	43	30	21
Володарский	135	99	85
Енотаевский	15	7	3
Икрянинский	55	44	32
Камызякский	58	38	29
Красноярский	33	22	25
Лиманский	31	20	14
Наримановский	21	12	10
Приволжский	7	5	4
Харабалинский	25	18	11
Черноярский	3	2	0
Всего	426	297 (69,7%)	234 (54,9%)

Промышленный вылов воблы и сома во внутренних водоёмах поймы в 2021 г. не отмечен.

При этом на водных объектах Волго-Ахтубинской поймы сосредоточено до 25% рыболовных участков Астраханской области.

Количество выданных на лов разрешений в пойме в последние два года (2021 г. и 2022 г.) снизилось на 34 и 56%. Доля вылова полупроходных и речных рыб здесь составляет всего 3% от общего вылова в реке. Использование таких неэффективных рыболовных участков создает только видимость промысла.

С учетом состояния запасов водных биоресурсов и промысловой нагрузки, необходимо проработать вопрос о целесообразности промышленного рыболовства на водных объектах Волго-Ахтубинской поймы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стабильность и увеличение ресурсной базы большинства полупроходных и речных рыб, которые в настоящее время являются основой промышленного вылова в Астраханской области, зависит, по существу, от двух обстоятельств – надлежащей водности в весенний период года и пропуска производителей к местам нереста. Количество пропускаемых производителей полупроходных и речных рыб на нерестилища дельты Волги и Волго-Ахтубинской поймы напрямую зависит от антропогенной нагрузки, в том числе – от количества рыболовных участков, на которых осуществляется промышленное рыболовство. Неоптимальное регулирование водного режима р. Волга в период воспроизводства рыб, а также нехватка производителей рыб на обводняемых нерестилищах привели к снижению численности, запасов и ухудшению состояния популяций полупроходных и речных рыб, в том числе ОДУемых

видов. В уловах стали доминировать виды, воспроизводство которых в меньшей степени зависит от паводкового режима («прочие» пресноводные) и которые не пользуются спросом со стороны рыбодобывающих организаций, предпочитающих вылавливать более ликвидные водные биоресурсы, такие как вобла, лещ, судак, сазан, сом и щука.

Количество рыболовных участков (426 РЛУ) в Астраханской области завышено и не соответствует состоянию промысловых запасов, добываемых водных биологических ресурсов. Требуется дальнейшее их сокращение, например, за счет исключения из перечня РЛУ, расположенных в верхней зоне промысла (выше г. Астрахани) и Волго-Ахтубинской поймы.

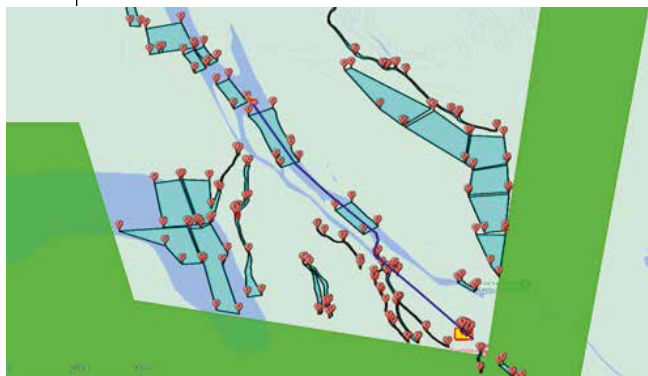
Ежегодный рост интенсивности лова за счет ввода в эксплуатацию новых рыболовных участков не компенсирует снижение промысловых уловов. Для сохранения и восстановления промысловых запасов полупроходных и речных рыб предлагаем практические рекомендации по оптимизации количества рыболовных участков.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Рыбодобывающие организации способны полностью осваивать выделенные квоты на добычу (вылов) водных биоресурсов, без нанесения вреда промысловым запасам полупроходных и речных рыб, имея в наличии не более 300 рыболовных участков. Предлагаем считать 300 рыболовных участков граничным ориентиром по количеству РЛУ на водных объектах Астраханской области.

В связи с этим, считаем возможным рекомендовать:

- не формировать новые рыболовные участки;



Реки Красная и Желтая



Река Бушма

Рисунок 4. Примеры зон промысла с «перегрузкой» по количеству рыболовных участков (РЛУ)

Figure 4. Examples of fishing zones with "overload" by the number of fishing areas

- исключить из перечня и не выставлять на конкурсную процедуру, в первую очередь, рыболовные участки, которые утратили промысловое значение (разрешения на которые не выдавались на протяжении последних лет);

- усилить работу по расторжению договоров с пользователями, не осваивающими квоты на добычу (вылов) водных биоресурсов более 70% в течение последних трех лет.

- помимо введения количественного ограничения рыболовных участков в р. Волга и ее водотоках в Астраханской области, предлагается вернуться к норме обязательного расстояния между рыболовными участками в 1 км.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **М.Н. Горохов** – идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная проверка статьи; **В.В. Барабанов** – сбор и анализ данных, подготовка введения, заключения, подготовка статьи, окончательная проверка статьи; **В.Н. Ткач** – подготовка и анализ базы данных.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **M.N. Gorokhov** – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; **V.V. Barabanov** – data collection and analysis, preparation of the introduction, conclusion, preparation of the article, final verification of the article; **V.N. Tkach** – preparation and analysis of the database.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Барабанов В.В. Опыт оценки неучтенного изъятия полупроходных и речных видов рыб в Астраханской области / В.В. Барабанов, В.Н. Ткач, С.В. Шипулин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Рыбное хозяйство. – 2017. – № 2. – С. 18-25.
1. Barabanov V.V. The experience of assessing the unaccounted withdrawal of semi-navigable and river fish species in the Astrakhan region / V.V. Barabanov, V.N. Tkach, S.V. Shipulin // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Fisheries series. – 2017. – No. 2. – Pp. 18-25.
2. Барабанов В.В. Оценка влияния любительского рыболовства на водные биологические ресурсы и разработка мер по его регулированию в условиях Волго-Каспийского бассейна (Астраханская область): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Новосибирск, 2017. – 24 с.
2. Barabanov V.V. Assessment of the impact of amateur fishing on aquatic biological resources and development of measures for its regulation in the conditions of the Volga-Caspian basin (Astrakhan region): Abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences. – Novosibirsk, 2017. – 24 p.
3. Барабанов В.В. Оценка состояния пресноводной икhtiофауны Волго-Ахтубинской поймы на современном этапе (в 2018 – 2019 гг.). / В.В. Барабанов, В.А. Изерская // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 52-58.
3. Barabanov V.V. Assessment of the state of freshwater ichthyofauna of the Volga-Akhtuba floodplain at the present stage (in 2018 – 2019). / V.V. Barabanov, V.A. Izherkaya // Bulletin of the AGTU. Series: Fisheries. – 2020. – No. 2. – Pp. 52-58.
4. Инструкция по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Под общей редакцией Г.А. Судакова. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – 233 с.
4. Instructions for the collection and primary processing of materials of aquatic bioresources of the Caspian basin and their habitat. Under the general editorship of G.A. Sudakov. – Astrakhan: KaspNIRKh, 2011. – 233 p.
5. Кушнаренко А.И. Современное состояние и перспективы развития промысла полупроходных рыб в Волго-Каспийском районе. Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2004 г. / А.И. Кушнаренко, О.А. Фомичев, В.Н. Ткач – Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2005. – С. 406-410.
5. Kushnarenko A.I. The current state and prospects for the development of fishing for semi-navigable fish in the Volga-Caspian region. Fisheries research in the Caspian Sea: Research results for 2004 / A.I. Kushnarenko, O.A. Fomichev, V.N. Tkach – Astrakhan: Kaspnirka Publishing House, 2005. – Pp. 406-410.
6. Студенов И.И. Рыболовные участки, как инструмент управления рыбными ресурсами региона / И.И. Студенов, А.М. Торцев // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 2. – С. 30-35.
6. Studenov I.I. Fishing sites as a tool for managing the fish resources of the region / I.I. Studenov, A.M. Tortsev // Fisheries. – 2019. – No. 2. – Pp. 30-35.
7. Ткач В.Н. Промысел полупроходных, речных рыб, видовой состав уловов в Южном рыбохозяйственном районе Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в ретроспективе и современный период / В.Н. Ткач, С.Ю. Никифоров // Вестник рыбохозяйственной науки, 2020. – Т.6 – №2 (22). – С.16-26.
7. Tkach V.N. Fishing of semi-navigable, river fish, species composition of catches in the Southern fishing area of the Volga-Caspian fishery basin in retrospect and the modern period / V.N. Tkach, S.Yu. Nikiforov // Bulletin of Fisheries Science, 2020. – Vol.6 – No.2 (22). – Pp. 16-26.
8. Трещев А.И. Интенсивность рыболовства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – С. 236.
8. Treshchev A.I. Intensity of fishing. – M.: Light and food industry, 1983. – 236 p.
9. Шашуловский В.А., Мосияш С.С. Опыт оценки неучтенного промыслового вылова рыбы (на примере Волгоградского водохранилища) / В.А. Шашуловский, С.С. Мосияш // Рыбное хозяйство. – № 4 – 2003. – С.44-46.
9. Shashulovskiy V.A., Mosiyash S.S. The experience of assessing unaccounted commercial fishing (on the example of the Volgograd reservoir) / V.A. Shashulovskiy, S.S. Mosiyash // Fisheries. – No. 4 – 2003. – Pp.44-46.

Повышение экологической безопасности копильного производства в соответствии с принципами устойчивого развития

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-21-26

Доктор технических наук,
профессор **Э.Н. Ким** –
профессор;

Кандидат технических наук,
доцент **Глебова Е.В.** – доцент;

Тимчук Е.Г. – доцент;

Кандидат технических наук,
доцент **Лаптева Е.П.** – доцент;

аспирант **Заяц Е.А.** –
заведующий лабораторией
Дальневосточного
государственного
технического
рыбохозяйственного
университета
(ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

@ kimandama@mail.ru;
gore802@mail.ru

IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF FOOD SMOKING PRODUCTION IN ACCORDANCE WITH THE PRINCIPLES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Doctor of Technical Sciences, Professor **E.N. Kim** – Professor;
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Glebova E.V.** – Associate Professor;
Timchuk E.G. – Associate Professor;
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Lapteva E.P.** – Associate Professor;
Postgraduate student **Zayats E.A.** – head of the laboratory
of the Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO "Dalrybvtuz")

The work is devoted to the study of the physico-chemical characteristics of wood smoke used in the production of hot and cold smoked fish. The dispersion composition of wood smoke is determined depending on the temperature in the smoke formation zone and the excess air coefficient. The content of the main smoky components and polyaromatic hydrocarbons (PAHs) in the particles of the dispersed phase of wood smoke of various sizes has been established. A model of changing the dispersed composition of smoky smoke in the process of hot smoking is proposed. Theoretical calculations based on the proposed models of changes in the dispersed composition have been experimentally confirmed.

Physico-chemical and statistical research methods were used in the work.

Ключевые слова:

копильный дым, дисперсная фаза, массовая концентрация, частицы, дисперсный состав, копильные компоненты, фенолы, кислоты, карбонильные соединения, полиароматические углеводороды, коагуляция

Keywords:

wood smoke, dispersed phase, mass concentration, particles, dispersed composition, smoky components, phenols, acids, carbonyl compounds, polyaromatic hydrocarbons, coagulation

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ТЕМЫ

Одной из стратегических задач развития пищевой промышленности является повышение экологии производства, что соответствует решению Генеральной ассамблеи ООН 2015 года, установившему 17 глобальных Целей устойчивого развития (ЦУР), включая снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Одним из наиболее экологически неблагоприятных является коптильное производство, проблема которого заключается в использовании копильного дыма, содержащего соединения типа полиароматических углеводородов, обладающих сильным канцерогенным действием и загрязняющих копченые продукты, окружающую атмосферу и сточные производственные воды. Кроме того, использование копильного оборудования сопровождается загрязнением рабочих помещений компонента-



ми копильного дыма, ухудшая условия труда работников.

Перспективным направлением решения указанных проблем является разработка мероприятий по экологической безопасности копильного производства, предусматривающих анализ проблемных аспектов его деятельности с использованием системы экологического менеджмента по стандартам ИСО серии 14000.

Теории и практике экологической безопасности пищевых производств посвящены работы таких отечественных и зарубежных ученых как Н.Д. Горелова, П.П. Дикун, Н.А. Долгина, И.Н. Ким, В.И. Курко, Н.А. Макарова, С.М. Поздняковский,

Работа посвящена изучению физико-химических характеристик копильного дыма, используемого при производстве рыбы горячего и холодного копчения. Установлен дисперсионный состав копильного дыма, в зависимости от температуры в зоне дымообразования и коэффициента избытка воздуха. Установлено содержание основных копильных компонентов и полиароматических углеводородов (ПАУ) в частицах дисперсной фазы копильного дыма различного размера. Предложена модель изменения дисперсного состава копильного дыма в процессе горячего копчения. Экспериментально подтверждены теоретические расчеты по предложенным моделям изменения дисперсного состава. В работе использовались физико-химические и статистические методы исследования.

Т.Н. Радакова, В.Ф. Федонин, J. Lesage, J.A. Vaga, G. Ora, S. Onaran, K. Pottast и другие. Однако большинство известных работ имеют общий характер экологической безопасности и не учитывают особенностей копильного производства, что обосновывает актуальность предлагаемых исследований.

Целью исследований является разработка комплекса технических решений, направленных на снижение антропогенного воздействия копильных производств на окружающую среду.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи исследований:

- идентификация и анализ экологических аспектов копильных производств;
- оценка антропогенной нагрузки копильных производств;
- разработка технических решений для обеспечения экологической безопасности копильных производств.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследованиях характеристики загрязнений атмосферы дымовыми выбросами использовали метод инерционного осаждения дисперсных частиц копильного дыма. Метод основан на центробежной сепарации частиц копильной среды в каскадном импакторе, который представляет собой ряд последовательно установленных усеченный конусов [1]. Содержание органических кислот в дымовых выбросах определяли методом титрования кислот щелочью в присутствии фенолфталеина; карбонильных соединений по методике с использованием 2,6-денитрофенилгидразина; фенолов (в пересчете на гваякол) определяли колориметрическим методом, основанным на цветной реакции фенолов с 4-аминоантрипином; полиароматических углеводородов – флуоресцентно-спектральным методом [1].

Анализ нормативных требований к идентификации экологических копильных производств был проведен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 14.08-2005 «Экологический менеджмент. Порядок установления аспектов окружающей сре-

ды в стандартах на продукцию (ИСО/МЭК 64)», ГОСТ Р ИСО 14040-2010 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура. Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework», ГОСТ Р ИСО 14044-2021 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации. Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines».

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

Любая производственная деятельность находится в состоянии постоянного взаимодействия с внешней средой. Среда обеспечивает производство исходными продуктами жизнедеятельности, а её отходы вновь возвращаются во внешнюю среду. Сохранение качества окружающей среды является гарантом существования самого производства. Связано это, в первую очередь, с организацией экологически безопасных производственных процессов. Современный подход к решению проблемы экологической безопасности состоит в объединении разрозненных мероприятий по минимизации воздействия на окружающую среду в единую систему действий на всех этапах ЖЦП [2].

Мероприятия по охране окружающей среды должны быть разработаны на основе требований системы экологического менеджмента по стандартам ИСО серии 14000 [3].

Стандарты серии ИСО 14000 направлены на идентификацию аспектов деятельности предприятия (технологических процессов), в наибольшей степени оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду (при этом выделяются процессы, связанные с выбросами вредных веществ в атмосферу, сливами в воду, образованием твердых отходов, загрязнением почвы), анализ причин допущенных отклонений и мер по их предотвращению [3].

Основным фактором, определяющим антропогенную нагрузку копильных производств на окружающую среду, является использование в технологических процессах традиционного копильного дыма, который содержит, прежде всего,

полиароматические углеводороды (ПАУ), концентрация которых в копильном дыме составляет до 38200 нг/л [4]. При этом содержание в копильной рыбной продукции содержит ПАУ по 3,4-бензпирену до 8400 нг/кг [8], что представляет 22% от общего содержания индивидуальных ПАУ в копильном дыме. В то же время копильный дым при производстве копильной продукции используется лишь на 60-65% [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с первой задачей исследования, была проведена идентификация экологических аспектов копильных производств, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 14.08-2005 «Экологический менеджмент. Порядок установления аспектов окружающей среды в стандартах на продукцию (ИСО/МЭК 64)», ГОСТ Р ИСО 14040-2010 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура. Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework», ГОСТ Р ИСО 14044-2021 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации. Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines» и этапами технологического процесса, в соответствии с ТИ № 60 «Технологическая инструкция производства рыбы холодного копчения» и ТИ № 72 «Технологическая инструкция по изготовлению рыбы горячего копчения» [6].

Ниже представлены идентифицированные на всех этапах технологического процесса экологические аспекты копильных производств:

- истощение и расходование природного сырья;
- сбросы сточных вод с мелкими органическими объектами и веществами;
- потребление воды;
- образование и накопление твердых отходов – чешуя, головы, плавники рыб;
- сбросы сточных вод с отходами соли и уксуса;
- выбросы загрязняющих копильных веществ в атмосферный воздух;
- сбросы сточных вод с копильными препаратами и бытовыми химическими средствами;

Таблица 1. Оценка важности экологических аспектов копильных производств /
Table 1. Assessment of the importance of environmental aspects of smoking industries

Экологический аспект	Важность аспектов по группам критериев (А* - 12-15 баллов, В** - 8-11 баллов, С*** - 5-7 баллов)				
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Интегральная
сбросы сточных вод с мелкими органическими объектами и веществами	С	С	С	С	С
образование и накопление твердых отходов – чешуя, головы, плавники рыб	А	В	В	В	В
сбросы сточных вод с отходами соли и уксуса	С	В	С	С	С
выбросы загрязняющих копильных веществ в атмосферный воздух	А	В	В	А	А
сбросы сточных вод с копильными препаратами и бытовыми химическими средствами	А	А	В	В	А
образование и накопление отходов упаковки и упаковочного материала	А	В	В	В	В

Таблица 2. Содержание ПАУ в копильном дыме / **Table 2.** The amount of PAHs in wood smoke

No	Соединение ПАУ	Содержание соединений ПАУ [9]		Канцерогенность	
		В дыме, полученном в дымогенераторе Н20.ИХА.03, нг/л	В дымовых выбросах копильной камеры Н20-ИК2А нг/л	Копильного дыма	Дымовых выбросов
1.	Хризен	1216	1131	12,16	11,31
2.	Бенз(а)антрацен	1000	932	10	9,32
3.	Бенз(б)флуорантен	10652	9587	1065,2	958,7
4.	Бенз(а)пирен	1084	974	1084	974
5.	Бенз(е)пирен	7502	6827	75,02	68,27
6.	Дибенз(а,с)антрацен	1220	1061	12,2	10,61
7.	Дибенз(а,һ)антрацен	2134	1878	2134	1878
8.	Дибенз(а,і)пирен	87	69	87	69
Всего		24895	22459	4479,58	3979,21

- образование и накопление отходов упаковки и упаковочного материала;
 - излучение энергии;
 - шумы и вибрации холодильных камер.

Анализ, представленных идентифицированных экологических аспектов, позволил разделить их на две группы:

- экологические аспекты, негативное влияние которых можно минимизировать;
 - экологические аспекты, негативное влияние которых можно свести к нулю.

Первая группа экологических аспектов представлена следующими аспектами:

- истощение и расходование природного сырья;
 - потребление воды;
 - излучение энергии;
 - шумы и вибрации холодильных камер.

Вторая группа экологических аспектов представлена следующими аспектами:

- сбросы сточных вод с мелкими органическими объектами и веществами;
 - образование и накопление твердых отходов – чешуя, головы, плавники рыб;
 - сбросы сточных вод с отходами соли и уксуса;
 - выбросы загрязняющих копильных веществ в атмосферный воздух;
 - сбросы сточных вод с копильными препаратами и бытовыми химическими средствами;
 - образование и накопление отходов упаковки и упаковочного материала.

В соответствии с целью проводимых исследований, в дальнейшем будут рассматриваться экологические аспекты второй группы, негативное влияние которых на окружающую среду должно быть сведено к нулю. Для данных аспектов была проведена оценка их важности в соответствии с методом ABC, который заключается в присвоении аспекту одного из трехбуквенных обозначений – кодов приоритетности: А, В или С [6]. Оценку важности экологических аспектов методом ABC проводили по четырем группам критериев:

- объем негативных воздействий;
 - возможность устранения негативных воздействий;

- величина затрат на ликвидацию воздействий;
 - степень срочности устранения негативного воздействия.

При этом каждая группа включала пять оценочных параметров, по каждому из которых идентифицированному экологическому аспекту копильного производства присваивался балл от 1 до 3, далее, на основании суммарного количества полученных баллов, был присвоен буквенный код [7]. Оценка важности экологических аспектов копильных производств представлена в таблице 1. Код А обозначает значительное негативное воздействие на окружающую среду, высокий уровень приоритетности, требует немедленного реагирования, В – средний уровень приоритетности, требует принятия мер в среднесрочной перспективе, С – не является важным или опасным и не требует проведения мероприятий.

Наиболее значимыми экологическими аспектами, при определении интегральной важности, были выявлены:

- выбросы загрязняющих копильных веществ в атмосферный воздух;
 - сбросы сточных вод с копильными препаратами и другими бытовыми химическими средствами.

Основным фактором, определяющим антропогенную нагрузку копильных производств на окружающую среду, является использование в технологических процессах традиционного копильного дыма, который содержит, прежде всего, ПАУ. В таблице 2 представлены результаты идентификации ПАУ в копильном дыме, полученном в различных устройствах, а также канцерогенность дыма и дымовых выбросов, рассчитанная по разработанной методике [4].

Указанные вещества, обладающие тератогенным, мутагенным и канцерогенным эффектами, контаминируют копченую продукцию, что потенциально может наносить существенный вред здоровью потребителя. Отягощает данный факт то, что ПАУ обладают свойством биоаккумуляции, а это значит, что при регулярном их употреблении, даже в малых количествах, риск проявления негативного эффекта увеличивается со временем [10]. При традиционном производстве копченых

продуктов используется только часть компонентов коптильного дыма, осаждаемая преимущественно в виде дисперсных частиц на поверхность обрабатываемого продукта. Подавляющая часть коптильного дыма выбрасывается в атмосферу. Например, при холодном копчении около 20-25% компонентов коптильного дыма, а при горячем копчении – до 98% компонентов коптильного дыма, включая ПАУ (табл. 2), выбрасывается в окружающую среду, ухудшая экологическую обстановку [12]. Учитывая расположение коптильных производств в крупных населенных пунктах, их функционирование существенно ухудшает условия жизни населения.

В дымовых выбросах, в зависимости от температуры копчения, вида дымогенератора и коптильной камеры, содержание ПАУ варьируется в значительном диапазоне. Если при горячем копчении обработка продукции осуществляется турбулентным потоком дымовоздушной смеси, то общее содержание ПАУ в дымовых выбросах достигает 22500 нг/л. При этом, в выбросах, при турбулентном потоке дымовоздушной смеси, отмечается высокое содержание тяжелых ПАУ, включающих в свое строение 5 и 6 бензольных колец (бенз(б)флуорантен, дибенз(а,һ)антрацен, дибенз(а,і)пирен). Общее содержание ПАУ в дымовых выбросах ламинарного потока дымовоздушной смеси достигает 12 450 нг/л, при этом преобладают в выбросах более легкие ПАУ. Это связано с тем, что при ламинарном потоке дымовоздушной смеси более тяжелые ПАУ успевают коагулироваться и седиментироваться на поверхности стенок коптильной камеры и трубы, тогда как турбулентным потоком компоненты всех размеров выбрасываются в атмосферу.

В соответствии с вышеизложенным, для обеспечения экологической безопасности коптильного производства возможно, в качестве эффективного инструмента управления, использовать процессный подход системы менеджмента качества, в соответствии со стандартами ИСО серии 9000. В ранее опубликованной работе «Standardization of food smoking production within the framework of environmental engineering» был предложен методический подход к стандартизации коптильного производства на основе интеграции требований систем всеобщего менеджмента, в том числе: системы менеджмента качества (СМК) и системы экологического менеджмента (СЭМ), который позволил идентифицировать этапы коптильного производства, такие как: ожидание окончания тления топлива в дымогенераторе и очистка дымогенератора от продуктов сгорания топлива, для которых было предложено техническое решение по повышению эффективности элементов рабочего пространства оператора коптильной установки, что, в свою очередь, обеспечит повышение экологической безопасности коптильного производства. Таким решением стало исключение ожидания окончания тления топлива и очистки дымогенератора от продуктов сгорания топлива, путем использования внешнего передвижного герметичного бункера, в который по трубопрово-

ду помещаются продукты сгорания топлива для дальнейшего остывания, что позволило сократить время на его реализацию до 1-2 минут [8].

С целью утилизации дымовых выбросов коптильных камер предлагается использовать метод, включающий пропускание их через водный слой с подвижной насадкой, который улавливает подавляющую часть коптильных компонентов. Водонерастворимые ПАУ образуют с другими полимерными компонентами дымовых выбросов смолы, которые в виде шарообразных комков, имеющих более высокую плотность по сравнению с водой, легко отделяются и могут быть утилизированы [11].

После санитарной обработки коптильных камер образуется большое количество сточных вод, содержащих как коптильные компоненты, так и большое количество смол, содержащих канцерогенные ПАУ. Возможность использования сточных вод для производства коптильных препаратов зависит от способа чистки камер, который, в свою очередь, зависит от материала, из которого изготовлены камеры. Современные коптильные камеры покрыты изнутри полированной нержавеющей сталью, поэтому их очистка заключается в подаче пара. В результате обработки паром, осевшие ранее компоненты коптильного дыма стекают в нативном состоянии. Получившиеся стоки были обработаны в сорбере, в результате чего из 60 л стоков было получено 2 л коптильного препарата и 200 мл смол. Образовавшиеся смолы предлагается утилизировать путем сжигания в пламени горелки пропан-бутана при температуре $1000 \pm 200^\circ\text{C}$ до образования углекислого газа и водяного пара.



При очистке коптильных камер старого типа приходится использовать моющие средства, в результате которых коптильные компоненты выщелачиваются и меняют свои качественные характеристики, в результате чего не предоставляется возможности использования их для создания коптильного препарата. При таком способе очистки выделяется значительно больше стоков. Из 100 л стоков путем охлаждения можно выделить до 200 мл смол, утилизация которых предлагается также путем сжигания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлены наиболее значимые экологические аспекты коптильных производств, получивших интегральную оценку: выбросы загрязняющих коптильных веществ в атмосферный воздух, сбросы сточных вод с коптильными препаратами и другими бытовыми химическими средствами.

2. Установлено содержание не менее 8 индивидуальных канцерогенных ПАУ в коптильном дыме, полученном различными способами дымогенерации и в дымовых выбросах коптильных камер. Часть смол коптильного дыма, содержащих канцерогенные ПАУ, оседают на стенках коптильного оборудования, а после санитарной обработки попадают в водную акваторию окружающей среды.

3. Для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду предлагается использовать дымовые выбросы коптильных печей, и сточные воды после санитарной обработки коптильного оборудования использовать в качестве исходного сырья для получения коптильных препаратов. Образующиеся при этом смолы предлагается утилизировать способом сжигания при температуре $1000 \pm 200^\circ\text{C}$.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Э.Н. Ким** — идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная проверка статьи; **Е.В. Глебова** — сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Е.Г. Тимчук** — сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Е.П. Лаптева** — сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Е.А. Заяц** — сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **E.N. Kim** — the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; **E.V. Glebova** — data collection and analysis, preparation of the article; **E.G. Timchuk** — data collection and analysis, preparation of the article; **E.P. Lapteva** — data collection and analysis, preparation of the article; **E.A. Zayats** — data collection and analysis, article preparation.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Курко В.И. Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов. М.: Пищепром., 1977. – 157 с.
1. Kurko V.I. Methods of studying the process of smoking and smoked products. M.: Pishcheprom. – 1977. – 157 p.
2. Холоша О.А. Экологическая деятельность предприятия и система экологического менеджмента / О.А. Холоша, Е.П. Лаптева // Экологический вестник Приморья. – 2008. – С. 10-14
2. Holosha O.A. Ecological activity of the enterprise and the environmental management system / O.A. Holosha, E.P. Lapteva // Ecological Bulletin of Primorye. – 2008. – p. 10-14
3. Лаптева Е.П., Таргунакова Е.С. Экологический менеджмент – инструмент снижения воздействия на окружающую среду. доклады IX Всероссийской научн.-техн. конф. «Приоритетные направления развития науки и технологий»: под общ. ред. Э.М. Соколова. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2011. С. 42-45
3. Lapteva E.P., Targunakova E.S. Environmental management is a tool for reducing environmental impact. Reports of the IX All-Russian Scientific and Technical Conference conf. "Priority directions of science and technology development": under the general ed. E.M. Sokolova. – Tula: Publishing House "Innovative Technologies", 2011. – Pp. 42-45
4. Заяц Е.А. Модель оценки канцерогенности коптильного дыма и копченой продукции. / Е.А. Заяц, Э.Н. Ким // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 10(112). – С. 47-50.
4. Zayats E.A. A model for assessing the carcinogenicity of smoky smoke and smoked products. / E.A. Zayats, E.N. Kim // Science and business: ways of development. – 2020. – № 10(112). – Pp. 47-50.
5. Проскура Ю.Д. Расчет процесса холодного копчения рыбы. – Владивосток, 1985. – 42 с.
5. Proskura Yu.D. Calculation of the cold smoking process of fish. – Vladivostok, 1985. – 42 p.
6. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / А.Н. Белогуров, М.С. Васильева – М.: «Колос», 1994 – 560 с.
6. Collection of technological instructions for processing fish / A.N. Belogurov, M.S. Vasilyeva – M.: "Ear", 1994 – 560 p.
7. Методические указания по идентификации и определению значительности экологических аспектов деятельности. – Астрахань: Лукойл Нижневожжскнефть, 2004. – 16 с.
7. Methodological guidelines for the identification and determination of the significance of environmental aspects of the activity. – Astrakhan: Lukoil Nizhnevozhzhskneft, 2004. – 16 p.
8. Kim E.N., Lapteva E.P., Timchuk E.G., Zayats E.A. Standardization of food smoking production within the framework of environmental engineering. V International Scientific Conference on Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, doi:10.1088/1755-1315/839/4/042070. - Volume. 839 042070 – Issue. 2021. – P. 1-9.
9. Ким И.Н. Состав канцерогенных соединений типа полициклических ароматических углеводородов в копченном терпуге / И.Н. Ким, Г.Н. Ким, Л.В. Кривошеева, И.А. Хитрово // Известия вузов. Пищевая технология, 2003. – №1. – С. 15-18.
9. Kim I.N. Composition of carcinogenic compounds such as polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked terpig / I.N. Kim, G.N. Kim, L.V. Krivosheeva, I.A. Hit-rovo // News of universities. Food Technology, 2003. – No. 1. – Pp. 15-18.
10. Турусов В.С. Методы выявления и регламентирования химических канцерогенов. / В.С. Турусов, Ю.Д. Парфенов. // Вопросы онкологии. – 1986. – С. 62-67.
10. Turusov V.S. Methods of detection and regulation of chemical carcinogens. / V.S. Turusov, Yu.D. Parfenov. // Questions of oncology. – 1986. – Pp. 62-67.
11. Ким Э.Н., Ким Д.Э., Осипов В.Е., Холоша О.А. Установка для получения коптильного препарата Патент на полезную модель. №95468. Опубликовано 10.07.2010. БИ. №19.
11. Kim E.N., Kim D.E., Osipov V.E., Kholosha O.A. Installation for obtaining a copilic preparation Utility model patent No. 95468. Published on 10.07.2010. BI. No. 19.
12. Ким И.Н. Разработка способа утилизации дымовых выбросов коптильных камер с целью получения коптильного препарата для копчения рыбы: дис. ... канд. технич. наук: 05.18.04 – ВНИРО, Москва, 1989 – 216 с.
12. Kim I.N. Development of a method for disposal of smoke emissions from smoking chambers in order to obtain a smoking preparation for smoking fish: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.18.04 – VNIRO, Moscow, 1989 – 216 p.

Деятельность ФАО по обеспечению маломасштабного рыболовства и перспективы его правового регулирования в Российской Федерации

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-27-31

Доктор юридических наук, профессор **Д.К. Бекашев** – Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО МИД России)

@dambek@yandex.ru

Ключевые слова:

ФАО, маломасштабное рыболовство, Добровольные руководящие принципы, продовольственная безопасность, права человека, законодательство Российской Федерации, виды рыболовства, перспективы правового регулирования

Keywords:

FAO, small-scale fisheries, Voluntary Guidelines, food security, human rights, legislation of the Russian Federation, types of fishing, prospects for legal regulation

FAO ACTIVITIES IN THE FIELD OF SMALL-SCALE FISHERIES AND PROSPECTS FOR ITS LEGAL REGULATION IN THE RUSSIAN FEDERATION

Doctor of Juridical Sciences, Professor **D.K. Bekyashev** – Moscow State Institute of International Relations (MGIMO MFA Russia)

The article discusses the features and importance of small-scale fisheries in the world, the activities of the FAO to ensure it and the existing problems in this sector of fisheries. The experience of foreign states in the legal regulation of small-scale fisheries is noted. Based on the understanding of such fisheries in FAO, the norms of the legislation of the Russian Federation relevant to small-scale fisheries are considered. The existing initiatives to change Russian legislation were analyzed and evaluated, and appropriate recommendations were developed.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФАО В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАЛОМАСШТАБНОГО РЫБОЛОВСТВА

Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 2022 год Международным годом кустарного рыболовства и аквакультуры. Отметим, что на международном уровне устоялось понимание того, что кустарное рыболовство является разновидностью маломасштабного рыболовства.

ФАО является организацией, которой принадлежит руководящая роль в проведении этого года в сотрудничестве с другими соответствующими организациями и органами системы ООН. Проведение указанного Международно-

го года свидетельствует о признании важной роли миллионов рыбаков и работников рыбной отрасли, занятых в секторе маломасштабного рыболовства, которые обеспечивают миллионы людей здоровой и питательной пищей и вносят свой вклад в борьбу с голодом.

Проблемы, с которыми сталкивается сектор маломасштабного рыболовства, включают в себя: снижение рыбных запасов, конкуренцию со стороны других секторов (например, промышленности, туризма), слабое представительство и отсутствие голоса в вопросе управления ресурсами. Положение дел усугубили недавние события, связанные с пандемией COVID-19 [1].

Государствам необходимо решать проблемы, с которыми сталкивается маломасштабное рыболовство, для достижения многих аспектов Целей устойчивого развития на период до 2030 года. В частности, Цель 14.b, являющаяся частью Цели 14 «Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития», направлена на обеспечение доступа мелких хозяйств, занимающихся кустарным рыбным промыслом, к морским ресурсам и рынкам.

По мнению ФАО, маломасштабный рыбный промысел включает всю деятельность во всех звеньях цепочки приращения стоимости – допромысловую, промысловую и послепромысловую, играет важную роль в плане обеспечения продовольственной безопасности и питания, искоренения бедности, равного развития и устойчивого использования ресурсов. Такой промысел обеспечивает питательной пищей местные, национальные и международные рынки, служит источником доходов, поддерживающих местную и национальную экономику, и часто укрепляет устойчивое использование рыбных ресурсов.

На маломасштабный рыбный промысел приходится до половины мирового вылова, причем, если рассматривать только уловы, идущие на непосредственное употребление в пищу людьми, доля субсектора увеличится до двух третей. В этом плане особым значением обладает внутреннее рыболовство, где маломасштабный рыбный промысел играет доминирующую роль. Для многих рыбаков и работников рыбной промышленности маломасштабный рыбный промысел стал образом жизни. По данным ФАО, в настоящее время рыболовные производственно-сбытовые цепи или кустарное рыболовство обеспечивают занятость или задействуют свыше 120,4 млн человек, а на долю маломасштабного рыболовства приходится ни много, ни мало 93,9% занятости [2].

Кроме обеспечения полной и неполной занятости рыбаков и работников рыбной промышленности, сезонный и разовый промысел обеспечивает миллионам людей жизненно необходимую прибавку средств к существованию. В береговых, приозерных и прибрежных районах рыбный промысел и связанные с ним виды деятельности часто поддерживают местную экономику. Однако во многих странах, в отличие от промышленного, маломасштабный промысел часто недостаточно охвачен официальной статистикой и вообще недооценивается.

Множество занятых в маломасштабном промысле рыбаков и работников рыбной промышленности являются самозанятыми и непосредственно обеспечивают продовольствием собственные домохозяйства и общины, другие работают на коммерческих предприятиях, осуществляющих лов, переработку и торговлю. В то же время достаточное количество рыбаков нанимаются на небольшие суда, осуществляющие маломасштабное рыболовство. Условия труда на таких судах оставляют желать лучшего, что не раз было предметом обсуждения на различных мероприятиях, проводимых в МОТ и ФАО. Так, например, на Глобальном форуме-диалоге по продвижению Конвенции о труде в рыболовном секторе 2007 г., проходившем с 15 по 17 мая 2013 г. в штаб-квартире МОТ в г. Женеве, делегация Японии сообщила, что 23% рыболовно-

В статье рассмотрены особенности и значение маломасштабного рыболовства в мире, деятельность ФАО по его обеспечению и существующие проблемы в этом секторе рыболовства. Отмечен опыт иностранных государств по правовому регулированию маломасштабного рыбного промысла. Исходя из понимания такого рыболовства в ФАО, рассмотрены нормы законодательства Российской Федерации, имеющие отношение к маломасштабному рыболовству. Проанализированы и оценены имеющиеся инициативы по изменению российского законодательства и разработаны соответствующие рекомендации.

го флота этой страны осуществляет маломасштабный промысел и на этих судах сложно обеспечить те условия труда, которые предусмотрены Конвенцией о труде в рыболовном секторе 2007 года. Делегации государств, участвовавших в Глобальном форуме, отметили, что во многих странах большое значение имеет маломасштабное рыболовство на судах длиной менее 24 метров. В свою очередь, эти суда не подпадают под сферу применения Конвенции о труде в рыболовном секторе 2007 г. [3] Данный международно-правовой акт предусматривает возможность распространения положений Конвенции на такие суда лишь в том случае, если компетентный орган государства-участника примет об этом решение. Это значительно усложняет возможность распространения норм Конвенции о труде в рыболовном секторе 2007 г. на такие небольшие рыболовные суда, что, безусловно, не улучшает условия труда рыбаков [4].

По данным ФАО, примерно 81% моторных рыболовных судов в мире имеют габаритную длину менее 12 метров, большинство из них являются беспалубными. В абсолютном выражении на первом месте по числу маломерных моторных судов находится Азия, за которой следуют Северная Америка, Южная Америка (особенно регион Латинской Америки и Карибского бассейна) и Африка [5]. Очевидно, что по всем своим техническим показателям они осуществляют маломасштабное рыболовство.

Отмечу, что об актуальности вопросов, связанных с поддержкой маломасштабного рыболовства, свидетельствует тот факт, что они были включены в повестку дня 35-й сессии Комитета по рыболовству ФАО (05-09 сентября 2022 г.). В частности, члены Комитета признали важность маломасштабного рыболовства, как в море, так и во внутренних водоемах для обеспечения глобального устойчивого развития, а также продовольственной безопасности и питания, и его вклад в обеспечение занятости, источников средств к существованию и рационального использования ресурсов.

Таким образом, под маломасштабным промыслом ФАО понимает разные виды деятельности: коммерческое рыболовство в малых объемах (для продажи на берегу, в магазины или точки питания); рыболовство общин, социальных групп, объединенных либо территориальной, либо этнической принадлежностью; рыболовство для собственного пропитания и дохода. Причем, речь идет как о морском промысле, так и о рыболовстве во внутренних водоемах.

Одна из основных целей ФАО состоит в расширении вклада маломасштабного рыбного промысла в укрепление глобальной продовольственной безопасности и питания, поддержке постепенного осуществления права на достаточное питание, борьбе с бедностью и голодом, достижении гендерного равенства и сокращении безработицы в рыболовном секторе.

Как мы видим, ФАО призывает к поддержке маломасштабного рыболовства, прежде всего, в контексте обеспечения, поощрения и защиты прав человека. Именно это является главной целью, принятых в 2014 г., Добровольных руководящих принципов обеспечения устойчивого маломасштабного рыболовства, которые основаны, прежде всего, на международных стандартах прав человека, о чем прямо говорится в документе. ФАО, в принципе, не рассматривает маломасштабное рыболовство как отдельный вид, который требует специального управления.

Чрезвычайно важно подчеркнуть, что в настоящее время в международном праве отсутствует общепринятое и общепризнанное определение маломасштабного рыболовства. Нет его даже в Добровольных руководящих принципах 2014 года.

Автор статьи участвовал в составе делегации Российской Федерации в Технических консультативных совещаниях по разработке данного документа, проходивших 03-07 февраля 2014 г. в штаб-квартире ФАО в г. Рим, и хорошо помнит, что некоторые государства поднимали тогда вопрос о целесообразности включения в текст определения «маломасштабный промысел». Это представляется весьма логичным, поскольку, при отсутствии данного термина, непонятно, в принципе, что понимается под ним и чему, собственно говоря, посвящен указанный документ. Однако, в ходе дискуссии возникли серьезные трудности, связанные с согласованием общего единого определения маломасштабного рыбного промысла, поскольку не было единого понимания того, что это и какие виды рыболовства могут быть в него включены. Кроме того, невозможно составить исчерпывающий перечень действий, подпадающих под маломасштабное рыболовство. В результате делегации пришли к выводу, что разрабатываемые Добровольные руководящие принципы следует применять с учетом особенностей каждой страны.

Для эффективной реализации Добровольных руководящих принципов 2014 г. ФАО призывает государства-члены имплементировать в свое национальное законодательство положения этого документа.

Некоторые государства приняли соответствующие нормативные правовые акты, направленные на содействие маломасштабному рыболовству. В частности, правительство Кабо-Верде в 2020 г. приняло постановление, которое фактически ввело в действие те принципы, которые были отражены в Добровольных руководящих принципах ФАО. Мавритания приняла в 2021 г. закон и генеральный план в интересах маломасштабного рыболовства во внутренних водах. Правительство Намибии приняло в 2022 г. Национальный план действий по маломасштабному рыболовству. Аналогичный документ в 2021 г. приняла Танзания. Ряд других африканских государств разрабатывают соответствующие национальные планы (Мадагаскар, Малави, Сенегал). Во всех слу-

чаях активную помощь указанным государствами оказала ФАО.

Отметим, что ФАО в 2020 г. выпустила руководящий документ «Законотворчество для устойчивого маломасштабного рыболовства». В нем указаны факторы, которые государствам необходимо учитывать при разработке нормативных правовых актов, касающихся маломасштабного рыболовства.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МАЛОМАСШТАБНОГО РЫБОЛОВСТВА В РОССИИ

В Российской Федерации термин «маломасштабное (кустарное) рыболовство» в законодательстве не закреплён. Более того, нет и специального правового регулирования такого промысла.

В то же время некоторые инициативы по изменению российского законодательства имели место в последнее время.

В частности, в апреле 2022 г. Ассоциация рыбопромышленников и переработчиков Чукотки обратилась с открытым письмом к заместителю председателя Правительства России В.В. Абрамченко с рядом предложений, касающихся изменений и дополнений российского законодательства, в части обеспечения маломасштабного рыболовства [6]

По их мнению, в настоящее время в российском рыбодобывающем секторе микро и малые предприятия поставлены в такие условия, при которых они вынуждены конкурировать на равных с крупными рыбопромышленными холдингами за доступ к водным биологическим ресурсам. Эти условия изначально невыполнимы, так как малые рыбаки поставляют добытую рыбу на рынки России, а крупные компании сосредоточились на промысле небольшого ряда ценных водных биологических ресурсов с последующей отправкой их на экспорт. Такой подход наносит прямой и значительный ущерб населению прибрежных поселений, их семьям и широкому кругу жителей – потребителям прибрежных уловов.

Авторы обращения указывают, что в нашей стране в целом и на Дальнем Востоке особенно требуется поддержка индивидуальных предпринимателей, проживающих и ведущих рыболовную деятельность в удалённых от краевых, областных и даже районных центров поселениях и станах. Работая в одиночку, как правило без использования судов или на шхунах длиной до 20 м, поставляя всю выловленную продукцию российскому потребителю, они вынуждены конкурировать на аукционах за получение права на вылов объектов в отношении которых общий допустимый улов устанавливается, которые традиционно добывались в данных акваториях, с крупными рыбопромышленными холдингами и вести такую же промысловую отчетность, зачастую, не имея даже доступа в интернет. Все это ставит рыбака-предпринимателя в неравные условия и заставляет либо уйти в браконьерство, либо покидать удалённые территории, где население, в первую очередь, представляет интересы государства, проживая в тех местах.

По словам представителей Ассоциации рыбопромышленников и переработчиков Чукотки, с ними солидарны и Ассоциации Приморского края, Магадана и Камчатки, с которыми есть соглашение о

развитии маломасштабного рыболовства. Создав условия для развития маломасштабного рыболовства, рыбаки-предприниматели смогли бы наладить стопроцентное освоение прибрежных ресурсов с поставкой уловов для местных потребителей. Это несомненно привело бы к развитию удалённых прибрежных территорий, так как одно рабочее место в прибрежном рыболовстве обеспечивает от 5 до 10 рабочих мест на берегу.

Таким образом, по словам представителей Ассоциации рыбопромышленников и переработчиков Чукотки, выделив маломасштабное рыболовство в отдельный подвид промышленного рыболовства, мы получим охрану и эффективное освоение прибрежных ресурсов, регулярные поставки свежих, сезонных морепродуктов в российские регионы, развитие береговой инфраструктуры и регулярные налоговые отчисления в региональные и федеральные бюджеты, что будет содействовать прогрессивному развитию прибрежных территорий России.

Учитывая это, авторы обращения предлагают внести в федеральное законодательство три поправки:

1. Введение в ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» 2014 г. понятия маломасштабное рыболовство (изменение в ст. 1) в следующей трактовке: **маломасштабное рыболовство – предпринимательская деятельность по поиску и добыче (вылову) водных биоресурсов, по приёмке, обработке, перегрузке, транспортировке, хранению и выгрузке уловов водных биоресурсов малыми и микропредприятиями, включёнными в реестр субъектов малого предпринимательства**, в т.ч. индивидуальными предпринимателями. Деятельность осуществляется в пределах 6-мильной прибрежной зоны, с использованием маломерного флота длиной до 12 м, без предъявления аттестации, подтверждающей соответствие судовладельца требованиям Международного кодекса по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (МКУБ), а также свидетельства об управлении безопасностью (СУБ) и предъявлении аттестации, подтверждающей соответствие судовладельца требованиям МКУБ и СУБ. Длина судов – свыше 12 метров, но не более 20 метров, с обязательной поставкой уловов на берег в места выгрузки, определяемые органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации.

2. Дополнить ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» 2014 г. ст. 19.2 «Промышленное маломасштабное рыболовство».

3. Внести дополнения в ст. 31 ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» следующего содержания: «Распределение квот добычи (вылова) водных биоресурсов между лицами, у которых возникает право на добычу (вылов) водных биоресурсов, и закрепление долей квот добычи (вылова) водных биоресурсов», в части распределения 10% промышленных (или прибрежных) квот добычи (вылова) водных биоресурсов в морских водах, некоммерческим общественным организациям для организации промышленного маломасштабного рыболовства членами таких организаций».

Из этого обращения очевидно, что указанная Ассоциация рассматривает маломасштабное ры-

боловство исключительно в качестве предпринимательской деятельности. Это не в полной мере соответствует тому пониманию такого рыболовства, которое имеет ФАО и ООН. Более того, указанные предложения фактически представляют собой деятельность, связанную с прибрежным рыболовством, что законодательно в России закреплено в качестве самостоятельного вида промышленного рыболовства. Налицо явное правовое дублирование. Возникает резонный вопрос: а нужно ли такое изменение действующего российского законодательства?

С еще одной инициативой в начале 2021 г. выступило Росрыболовство. Ведомство анонсировало разработку концепции так называемого «социального рыболовства», прежде всего, в целях обеспечения свежей рыбой прибрежных регионов. Планировалось до конца 2021 г. рассмотреть и представить данную концепцию. По словам Руководителя Росрыболовства И.В. Шестакова, по сути речь идет о создании рыболовства на базе индивидуальных предпринимателей, с небольшими объемами квот для добычи, с ограничениями по размеру используемых судов, но при этом с обязательствами реализации этой продукции непосредственно через уполномоченные регионами рынки либо через определенные системы сбора этой продукции [7].

И.В. Шестаков уточнил, что с точки зрения всего промышленного рыболовства речь идет о небольшом объеме ресурсов. По расчетам Росрыболовства, это позволит создать порядка 500 новых малых компаний, которые будут продавать продукцию непосредственно в прибрежных регионах. Важно отметить, что они будут ограничены по видам биоресурсов и по их объему.

Указанная инициатива Росрыболовства, как представляется, выглядит вполне интересной и перспективной, особенно с точки зрения обеспечения продовольствием жителей прибрежных районов и созданием конкуренции традиционным поставщикам рыбопродукции. Это могло бы благоприятно повлиять и на ценообразование в том числе, что важно и с социальной точки зрения.

Однако уже в июле 2021 г. Росрыболовство приняло решение притормозить подготовку инициативы о социальном рыболовстве. По словам И.В. Шестакова, сначала необходимо реализовать идею с предоставлением возможности легально продавать свои уловы рыбакам-любителям, что вызывает много вопросов у контролирующих органов, в основном связанных с угрозами браконьерства. Далее, возможно, Росрыболовство продолжит разрабатывать идею социального рыболовства [8].

Примечательно, что относительно предоставления права на продажу уловов рыбаками-любителями были обращения властей некоторых субъектов Российской Федерации, например, Мурманской области. По их мнению, это позволит наладить поставку местной свежевывловленной охлажденной рыбы в магазины, торговые сети, рынки и рестораны [9].

На мой взгляд, вносить в изменения в законодательство Российской Федерации, в части выделения маломасштабного рыболовства в качестве самостоятельного вида рыболовства, нет необходимости. В таком случае, если следовать от понимания маломас-

штабного рыболовства в документах ФАО, придется объединить под термином «маломасштабное рыболовство» традиционное, любительское и прибрежное рыболовство. Это нецелесообразно, поскольку данные виды совершенно разные, с разным правовым режимом.

Согласно ст. 1 ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» 2004 г. **прибрежное рыболовство – это предпринимательская деятельность по поиску и добыче (вылову) водных биоресурсов, транспортировке, хранению уловов водных биологических ресурсов, а также рыбной продукции и выгрузке уловов водных биоресурсов в живом, свежем или охлажденном виде и живой, свежей или охлажденной рыбной продукции в морские порты Российской Федерации, в иные места выгрузки, установленные в соответствии с настоящим Федеральным законом.** Ст. 16 Закона закрепляет, что прибрежное рыболовство является промышленным рыболовством.

Рыболовство в целях обеспечения ведения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации регулируется ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» 2014 г. и Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 01 сентября 2020 г. № 522 «Об утверждении Порядка осуществления рыболовства в целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации». Примечательно, что в законодательстве Российской Федерации предусматривается возможность продажи коренными народами выловленной рыбы. Реализация водных биологических ресурсов, наравне с рыболовством, является одним из видов традиционной хозяйственной деятельности коренных народов Российской Федерации, закрепленных в перечне, утвержденном распоряжением Правительства России от 8 мая 2009 г. № 631-р.

Любительское рыболовство регулируется ФЗ «О любительском рыболовстве и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» 2018 г. Согласно документу, **любительское рыболовство – это деятельность по добыче (вылову) водных биологических ресурсов (далее – водные биоресурсы), осуществляемая гражданами в целях удовлетворения личных потребностей, а также при проведении официальных физкультурных и спортивных мероприятий.**

Вся деятельность, связанная с осуществлением указанных видов рыболовства, детально урегулирована в бассейновых правилах рыболовства, утвержденных приказами Минсельхоза России.

Российская Федерация, как полноправный член ФАО, естественно, должна принимать во внимание принятые Добровольные руководящие принципы ФАО 2014 г. и стремиться к их осуществлению. Однако это не означает, что наша страна должна принимать соответствующее законодательство. На мой взгляд, ведение в российское законодательство термина «маломасштабное рыболовство», равно как

и специальное правовое регулирование этого вида не требуется. Действующие правовые нормы достаточны и, более того, имеющаяся дифференциация видов рыболовства в большей степени отвечает задачам управления маломасштабным промыслом, поскольку более детально регулирует все важные вопросы, связанные с осуществлением такой добычи.

Кроме того, т.к. одна из главных целей Добровольных руководящих принципов ФАО – это защита и поощрение прав человека в секторе маломасштабного рыболовства, отмечу, что законодательство Российской Федерации и в этой части отвечает, установленным на международном уровне, требованиям и стандартам. Наиболее ярко это проявляется в отношении, так называемого, традиционного рыболовства. Есть некоторые проблемы в реализации таких прав на местах, но это уже другой разговор.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Обеспечение устойчивого мелкомасштабного рыболовства – URL: <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/sustainable-small-scale-fisheries/ru/> (дата обращения 10.09.2022).
1. Ensuring sustainable small-scale fisheries - URL: <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/sustainable-small-scale-fisheries/ru/> (accessed 10.09.2022).
2. Добровольные руководящие принципы обеспечения устойчивого маломасштабного рыболовства в контексте продовольственной безопасности и искоренения бедности – URL: <https://www.fao.org/cofi/42020-059c08c68a265a522a55d33445b9f375.pdf> (дата обращения 10.09.2022).
2. Voluntary guidelines for sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication - URL: <https://www.fao.org/cofi/42020-059c08c68a265a522a55d33445b9f375.pdf> (accessed 10.09.2022).
3. Бекяшев К.А. Международно-правовая регламентация маломасштабного рыбного промысла // Рыбное хозяйство. – 2013. – №4. – С. 22-29.
3. Bekyashev K.A. International legal regulation of small-scale fishing // Fisheries. – 2013. – No. 4. – Pp. 22-29.
4. Бекяшев Д.К. Конвенция МОТ о труде в рыболовном секторе. Постатейный комментарий. Москва, 2008.
4. Bekyashev D.K. ILO Convention on Labor in the fishing sector. Article-by-article commentary. Moscow, 2008.
5. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. ФАО. Рим. 2022.
5. The state of world fisheries and aquaculture. FAO. Rome. 2022.
6. Развитие рыбохозяйственного комплекса – URL: <http://xn--80aafwdnd3cj8a.xn--p1ai/vopros/91744/razvitie-rybohozyaistvennogo-kompleksa.html> (дата обращения 15.09.2022).
6. Development of the fisheries complex – URL: <http://xn--80aafwdnd3cj8a.xn--p1ai/vopros/91744/razvitie-rybohozyaistvennogo-kompleksa.html> (accessed 15.09.2022).
7. Росрыболовство готовит концепцию «социальной прибрежки» – URL: <https://fishnews.ru/news/41170?ysclid=l8rg8pw5lt129048119> (дата обращения 17.09.2022).
7. Rosrybolovstvo is preparing the concept of "social coastal" – URL: <https://fishnews.ru/news/41170?ysclid=l8rg8pw5lt129048119> (accessed 17.09.2022).
8. Росрыболовство притормозило с введением «социальных» квот – URL: <https://fishnews.ru/news/42161?ysclid=l8rgd2vprj273376064> (дата обращения 17.09.2022).
8. Rosrybolovstvo slowed down with the introduction of "social" quotas – URL: <https://fishnews.ru/news/42161?ysclid=l8rgd2vprj273376064> (date of appeal 17.09.2022).
9. Мурманские депутаты предлагают закрепить за рыбаками-любителями право на реализацию добычи – URL: <http://murman-fishing.ru/?p=5001&ysclid=l8rgmhkk7j407286858> (дата обращения 17.09.2022).
9. Murmansk deputies propose to assign the right to amateur fishermen to sell their prey – URL: <http://murman-fishing.ru/?p=5001&ysclid=l8rgmhkk7j407286858> (accessed 17.09.2022).

Анализ распределения объемов добычи (вылова) минтая между пользователями в Западно-Беринговоморской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015-2021 годов

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-32-35

Кандидат экономических наук, доцент **С.В. Лисиенко** – заведующая кафедрой «Промышленное рыболовство»;

Кандидат химических наук **О.В. Хмелева** – доцент кафедры «Экология и природопользование» –

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»), г. Владивосток, Россия

@ lisienkosv@mail.ru;
olvickuzn@yandex.ru

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF POLLOCK PRODUCTION (CATCH) BETWEEN USERS IN THE WEST BERING SEA ZONE OF THE FAR EASTERN FISHERIES BASIN IN THE PERIOD 2015-2021

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor **S.V. Lisienko** – Head of the Department "Industrial Fishing";
Candidate of Chemical Sciences **O.V. Khmeleva** – Associate Professor of the Department of Ecology and Nature Management – Eastern State Technical Fisheries University (Dal-Rybvvtuz), Vladivostok, Russia

The article presents the results of a systematic analysis of the distribution between fishing enterprises – users of aquatic biological resources of the volumes (quotas) of pollock production (catch) for industrial and coastal fishing in the Western Bering Sea zone in the period 2015-2021.

Ключевые слова:

доли квот (добычи) вылова, цели промышленного и прибрежного рыболовства, общедопустимый улов, рыбодобывающие предприятия, инвестиционные квоты, пользователи водных биоресурсов

Keywords:

quota shares (production) of catch, objectives of industrial and coastal fishing, total allowable catch, fishing enterprises, investment quotas, users of aquatic biological resources

Определяя современные подходы к совершенствованию организации ведения добычи водных биоресурсов в зонах Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, с точки зрения совместной работы добывающих судов разных предприятий-судовладельцев, итогами которой являются освоение общедопустимых уловов промысловых объектов [1], непременно является проведение оптимизационных мероприятий по распределению объемов добычи (вылова) таких ресурсов между пользователями.

В настоящее время действующие процедуры в полном объеме определяют нормативные условия установления долей, алгоритмы, сроки, способы и средства их реализации [2; 3]. Тем не менее, в последние годы, стали появляться разные мнения об оценке их эффективности в контексте выполнения целевых показателей рыболовства – объемов добычи (вылова) водных биоресурсов и их наиболее полного освоения. Так, например, по данным опроса руководителей предприятий рыбохозяйственного комплекса Дальнего Востока «Восточным центром государственного планирования» (ФАНУ «Востокгосплан»), являющим-

ся подведомственным учреждением Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики и выполняющим научно-исследовательские и экспертно-аналитические работы в области социально-экономического развития ДФО и Арктической зоны РФ, одной из актуальных проблем в сфере развития рыболовства был назван неэффективный механизм распределения квот [4].

Считаем, что проведение научных исследований, с целью выявления причин неэффективности для последующей разработки усовершенствованного механизма распределения квот между пользователями водных биоресурсов, направленного на оптимальное их освоение как государственного возобновляемого ресурса, должно основываться на системном анализе, имеющегося распределения квот между пользователями. Учитывая тот факт, что один пользователь может иметь закрепленные доли квот, как по нескольким объектам в одной промысловой зоне, так и по всем промысловым зонам одновременно, а также то, что в одной промысловой зоне распределяются объемы вылова по всем про-

мысловым объектам, на которые устанавливается общедопустимый улов, между определенным количеством и составом пользователей, исследования данной направленности имеют системную основу и должны представляться несколькими исследовательскими векторами: внутризональным распределением ресурсной базы между пользователями и «пользовательским» набором ресурсного потенциала межзонального распределения.

Для проведения новых научных исследований данной направленности, на наш взгляд, возможно использование научного метода – декомпозиции, основанного на рассмотрении многовидовой промысловой системы – промысловая зона, как сложной объектно-производственной системы, состоящей из соответствующих подсистем [5]. Причем, в первом случае, так называемому «расчленению» подлежат объектно-ориентированные системы – системы промысловых объектов, т.е. «пообъектное расчленение», которое определяет состав пользователей конкретного промыслового ресурса. Во втором случае осуществляется «пользовательское расчленение», при котором исследуется пользователь, как субъект «владения» набором квот добычи (вылова), пообъектно в каждой промысловой зоне.

Для проведения системного анализа, имеющегося распределения квот добычи (вылова) минтая между пользователями в Западно-Беринговоморской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015-2021 гг., авторами использован первый вариант – «пообъектное расчленение». Авторами использованы открытые данные банка правовых актов Федерального агентства по рыболовству [3; 6].

В период с 2015 г. по 2021 г. в Западно-Беринговоморской зоне, при среднем значении установленного общедопустимого улова на вылов (добычу) минтая, по годам исследуемого периода вылов составил порядка 380,0 тыс. т [6; 7]. Максимальное значение ОДУ в объеме 475,5 тыс. т пришлось на 2017 г., минимальное 392,8 тыс. т – на 2018 год. При этом, среднее значение, распределенных между пользователями, в данном интервале квот на добычу (вылов) минтая, в целях промышленного и (или) прибрежного рыболовства, составило порядка 355,0 тыс. тонн. Максимальный объем в 409,8 тыс. т наблюдался в 2017 г., минимальный – в 2018 году. Общее число пользователей, имеющих квоты на вылов (добычу) минтая, за весь период составило 96 единиц, причем, 13 пользователей получили их начиная с 2019 года. Одновременное ежегодное количество пользователей, имеющих объемы добычи (вылова) минтая в конкретном году составило: в 2015 г. – 71 ед., в 2016 г. – 62 ед., в 2017 г. – 60 ед., в 2018 г. – 61 ед., в 2019 г. – 63 ед., в 2020 г. – 65 ед., в 2021 г. – 61 единицы.

Учитывая, что объемы квот пользователей варьировались от нескольких тонн до десятков тысяч тонн, авторами проведено ранжирование их объемов по пяти интервалам с соотношением пользователей к соответствующим группам:

- группа А – объемы квот до 1 тыс. т;
- группа В – от 1 тыс. т до 3 тыс. т;
- группа С – от 3 тыс. т до 5 тыс. т;

В статье изложены результаты системного анализа распределения между рыбодобывающими предприятиями – пользователями водных биоресурсов объемов (квот) добычи (вылова) минтая для осуществления промышленного и прибрежного рыболовства в Западно-Беринговоморской зоне в период 2015-2021 годов.

- группа D – от 5 тыс. т до 10 тыс. т;
- группа E – от 10 тыс. т до 20 тыс. т;
- группа F – свыше 20 тыс. т.

Одновременно был определен количественный состав пользователей, входящих в обозначенные группы. На рисунке 1 представлена диаграмма процентного распределения пользователей, имевших соответствующие квоты в данном интервале времени, рассчитанные авторами по их средневзвешенным значениям.

Так число пользователей группы А составляло 41 ед., пользователей группы В – 21 ед., пользователей группы С – 10 ед., пользователей группы D – 12 ед., пользователей группы E – 9 ед., пользователей группы F – 3 единицы. При этом удельный вес пользователей группы А, в общем количестве пользователей данного периода, составило 42,7%, пользователей группы В – 21,9%, пользователей группы С – 10,4%, пользователей группы D – 12,5%, пользователей группы E – 9,4%, пользователей группы F – 3,1%.

На рисунке 2 представлена диаграмма распределения объемов добычи (вылова) минтая между обозначенными группами на интервале 2015-2021 годов. Удельные веса объемов каждой группы, в общем объеме распределенных объемов, определены на основе, рассчитанных авторами, средневзвешенных значений по годам исследуемого периода.

Из данных диаграммы видно, что наибольший удельный вес объемов квот составили доли пользователей, входящих в группу F – 36% всего объема выделенных квот. Причем, только 3 пользователя были их обладателями на всем исследовательском периоде. Наименьший удельный вес объемов составили объемы добычи (вылова) пользователей, входящих в группу А – 3% от всего объема выделенных квот. Количество таких пользователей – 41 единица.

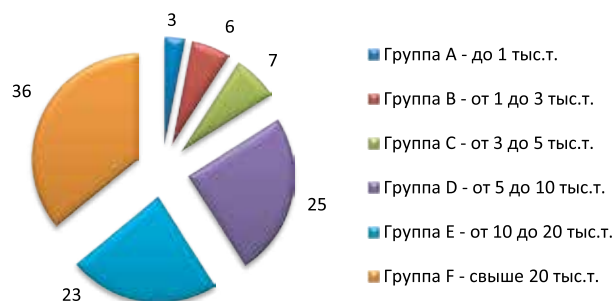


Рисунок 1. Удельный вес пользователей каждой группы на временном интервале 2015-2021 годов, %

Figure 1. The proportion of users of each group in the time interval 2015-2021, %

Показателем стабильной рыбодобывающей деятельности любого пользователя является наличие у него, на долговременной основе, квот добычи (вылова), как устойчивого потенциала ресурсной базы. С этой точки зрения авторами был проведен анализ ежегодного их наличия у пользователей в исследуемой зоне в период 2015-2021 годов.

В результате анализа было установлено, что в каждом году квоты на добычу (вылов), т.е. все 7 лет, имели 44 пользователя, что составило 45,8% от всех пользователей, имеющих доли в данном интервале. Причем в данное число вошли пользователи: группы А в количестве 13 ед. (31,7% от всех пользователей данной группы), группы В – 8 ед. (38,1%), группы С – 5 ед. (50%), группы D – 11 ед. (91,7%), группы Е – 4 ед. (44,4%), группы F – 3 ед.

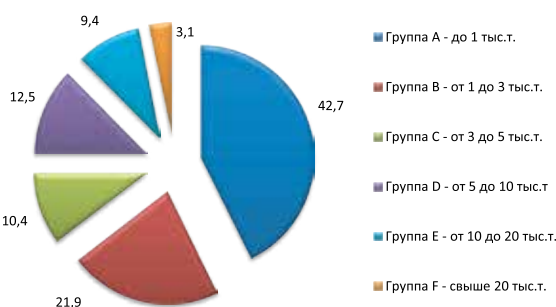


Рисунок 2. Удельный вес объемов добычи (вылова) каждой группы в общем объеме распределенных квот в интервале 2015-2021 годов, %

Figure 2. The share of production volumes (catch) of each group in the total volume of allocated quotas in the period 2015-2021, %

(100%). Средневзвешенный объем долей составил: по группе А – 483,0 т, по группе В – 1807,8 т, по группе С – 3792,7 т, по группе D – 7919,7 т, по группе Е – 14917,5 т, по группе F – 42553,9 тонн. Пользователи данной категории имели ежегодно от 86,2 до 94,0% объемов квот на добычу (вылов) минтая от общего объема распределяемых квот в период 2015-2021 годов. В среднем этот показатель составил 89,0%.

Остальные 11,0% объемов квот были распределены между пользователями следующим образом. В каждой группе присутствовали пользователи, имеющие доли квот, например, только на один год, только на 2 года и т.д. Причем, эти периоды не всегда совпадали с началом исследуемого периода. На этом основании было проведено ранжирование пользователей по срокам наличия долей. Так, пользователям, имеющим доли только на 1 год, были присвоены соответствующие индексы: А1, В1, С1, D1, Е1, F1. Остальные, соответствующие годам, индексы были присвоены пользователям аналогичным образом.

Дальнейший анализ, распределенных за указанный интервал времени между остальными пользователями, входящими в каждую выделенную группу, объемов квот по годам интервала позволил авторам установить следующее:

А. В группе А имелись пользователи с индексами А1, А2, А3, А4, А5, А6. Общее число пользователей А1 в 2015, 2016, 2020 и 2021 гг. составило 8 ед., или 19,5% от всех пользователей данной группы; А2 в 2015, 2016, 2019-2021 гг. – 6 ед. (14,6%); А3 в 2015-2017 гг. и в 2019-2021 гг. – 2 ед. (4,9%); А4 в 2015-2021 гг. – 3 ед. (7,3%); А5 в 2016-2021 гг. – 2 ед. (4,9%); А6 в 2015-2021 гг. – 7 ед. (17,1%). Средневзвешенные объемы квот составили по А1 – 276,9 т, по А2 – 216,8 т, по А3 – 42,2 т, по А4 – 359,0 т, по А5 – 442,1 т, по А6 – 363,8 тонн. Средний ежегодный объем квот пользователей группы А составил порядка 312 тонн.

В. В группе В присутствовали пользователи с индексами В1, В3, В4, В6. Общее число пользователей В1 в 2015 и 2021 гг. составило 7 ед., или 33,4% от всех пользователей данной группы; В3 в 2015-2017 гг. и в 2019-2021 гг. – 4 ед. (19,0%); В4 в 2015-2018 гг. – 1 ед. (4,8%); В6 в 2015-2020 гг. – 1 ед. (4,8%). Средневзвешенные объемы квот составили по В1 – 2298,2 т, по В3 – 1512 т, по В4 – 2127,6 т, по В6 – 1382,6 тонн. Средний ежегодный объем квот пользователей группы В составил порядка 1825,6 тонн.

С. В группу С входили пользователи с индексами С1, С2, С4. Общее число пользователей С1 в 2015 г. составило 2 ед., или 20,0% от всех пользователей данной группы; С2 в 2015-2016 гг. и в 2020-2021 гг. – 2 ед. (20,0%); С4 в 2015-2019 гг. и в 2021 гг. – 1 ед. (10,0%). Средневзвешенные объемы квот составили по С1 – 4398,2 т, по С2 – 4253,5 т, по С4 – 3558,2 тонн. Средний ежегодный объем квот пользователей группы С составил порядка 4000,7 тонн.

Д. В группе D находились пользователи только с индексом D1. Общее число пользователей D1 в 2015 г. составило 1 ед., или 8,3% от всех пользователей данной группы. Объем квот составил по D1 – 7439,5 тонн. Средний ежегодный объем квот пользователей группы D составил порядка 7679,6 тонн.

Е. В группу Е входили пользователи с индексами Е1, Е2, Е5. Общее число пользователей Е1 в 2020 г. составило 2 ед., или 22,2% от всех пользователей данной группы; Е2 в 2018-2021 гг. – 2 ед. (22,2%); Е5 в 2015-2019 гг. – 1 ед. (11,2%). Средневзвешенные объемы квот составили по Е1 – 13377,3 т, по Е2 – 12067,8 т, по Е5 – 17536,1 тонн. Средний ежегодный объем квот пользователей группы Е составил порядка 14474,7 тонн.

Ф. В группу F входили только пользователи с индексом F7. Их численный состав и средневзвешенные объемы квот приведены выше, как наиболее стабильные, имеющие квоты на всем исследованном периоде.

На основе проведенного анализа авторами сформулированы следующие выводы:

1. Общее число пользователей, имеющих распределенные объемы квот на добычу (вылов) минтая в Западно-Беринговоморской зоне в период 2015-2021 гг., составляло 96 ед., причем ежегодно их число варьировалось от 60 до 71 единицы.

2. Объемы квот численно составляли широкий диапазон и были распределены по 6-ти интервалам, соотношенным с соответствующей выделенной группой пользователей.

3. Наибольший удельный вес объемов квот, учитываемый ежегодно, распределялся между 3-мя пользователями, наименьший – между 41-м пользователем.

4. В каждом году исследованного периода квоты на добычу (вылов) имели 44 пользователя или 45,8% от всех пользователей. Все эти пользователи ежегодно были основными «держателями» исследованных квот на добычу (вылов) минтая. Их ежегодные объемы квот составляли порядка 89% всех распределяемых объемов квот.

5. Ежегодное распределение оставшихся объемов квот между остальными пользователями имело нестабильную динамику. Нестабильность выражалась в распределении квот на ограниченный срок. Например, на 1 год. Таких пользователей было 20 ед. или 38,5% от всех пользователей, не вошедших в 7-летний период. Пользователей, наделенных квотами на 2 года – 10 ед. (19,2%), на 3 года – 6 ед. (11,5%), на 4 года – 5 ед. (9,6%), на 5 лет – 3 ед. (5,8%), на 6 лет – 8 ед. (15,4%).

6. Наиболее «ликвидными», с точки зрения рациональности добычи (вылова) минтая, были объемы квот пользователей групп: группы D – от 5 тыс. т до 10 тыс. т; группы E – от 10 тыс. т до 20 тыс. т; группы F – свыше 20 тыс. тонн. Их суммарный удельный вес в общем объеме квот составил 84%. Количество пользователей, имевших данные объемы квот, составляло 24 ед. или 25% от всех пользователей исследованного периода.

7. Наименее «ликвидными» являлись объемы квот пользователей групп: группы A – до 1 тыс. т, группы B – от 1 тыс. т до 3 тыс. т, группы C – от 3 тыс. т до 5 тыс. тонн. Их суммарный удельный вес в общем объеме квот составил 16%. Количество пользователей, имевших данные объемы квот, составляло 72 ед. или 75% от всех пользователей исследованного периода.

Таким образом, проведенный анализ и сформулированные выводы дают определенные основания говорить о наличии в существующих процедурах распределения долей на добычу (вылов), рассмотренного промыслового объекта, некоторых проблем системной направленности, связанных, прежде всего, с нерациональностью распределения государственного ресурса, которые прямым образом определяют стабильность пользователей в осуществлении ими устойчивой рыбодобывающей деятельности в исследованной промысловой зоне.

Проведение дальнейших подобных исследований, в целях повышения эффективности существующих механизмов распределения квот между пользователями водных биоресурсов, направленных на оптимальное их освоение, на наш взгляд, является актуальным и своевременным, а также открывает новое направление в развитии организационно-управленческой направленности общей теории промышленного рыболовства. Результаты подобных исследований, осуществляемых несколькими исследовательскими векторами: внутризоновым распределением ресурсной базы между пользователями и «пользовательским» набором ресурсного потенциала межзонового распределения, позволят определить ключевые направления и создать основу для совершенствования имеющихся механизмов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **С.В. Лисиенко** – идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная проверка

статьи; **О.В. Хмелева** – сбор, обработка и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: S.V. Lisienko – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; O.V. Khmeleva – collection, processing and analysis of data, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыбное хозяйство. – № 3. – 2013. – С. 17-21.
1. Lisienko S.V. Improving the organization of the extraction of aquatic biological resources in order to successfully implement the strategic development of domestic fisheries // Fisheries. – No. 3. – 2013. – Pp. 17-21.
2. Материалы к заседанию Коллегии Федерального агентства по рыболовству по вопросу: «Итоги работы Росрыболовства в 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 гг.» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: (fish.gov.ru).
2. Materials for the meeting of the Board of the Federal Agency for Fisheries on the issue: "The results of the work of Rosrybolovstvo in 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 years." [Electronic resource]. The access mode is free. URL: (fish.gov.ru).
3. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 гг.» Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: http://fish.gov.ru/.
3. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the Distribution of Quotas for the Extraction (Catch) of Aquatic Biological Resources for Industrial Fishing on the Continental Shelf of the Russian Federation and in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation by Users in the Far Eastern Fisheries Basin on 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021." Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: http://fish.gov.ru/.
4. Рыбохозяйственный комплекс Дальнего Востока. Дайджест. Восточный центр государственного планирования (ФАНУ «Востокгосплан»). – Москва, 2022. – 33 с.
4. The fisheries complex of the Far East. Digest. The Eastern Center of State Economic Planning (FANU "Vostokgosplan"). – Moscow, 2022. – 33 p.
5. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыбное хозяйство. – № 4. – 2013. – С. 34-41.
5. Lisienko S.V. On multi-species fishing in the context of improving the system organization of fishing in the VBR // Fisheries. – No. 4. – 2013. – Pp. 34-41.
6. Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях на 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 гг.: Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: http://fish.gov.ru/.
6. On approval of the total allowable catch of aquatic Biological Resources in the internal sea waters of the Russian Federation, the territorial sea of the Russian Federation, on the Continental Shelf of the Russian Federation and in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation, in the Azov and Caspian Seas on 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 years: Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The pre-stupa mode is free. URL: http://fish.gov.ru/.
7. Лисиенко С.В. Анализ освоения ресурсного потенциала Западно-Беринговоморской зоны в период 2015–2019 гг. / С.В. Лисиенко, А.С. Машкова // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2021. – Т. 55. – № 1. – С. 35-41.
7. Lisienko S.V. Analysis of the development of the resource potential of the West Bering Sea zone in the period 2015-2019 / S.V. Lisienko, A.S. Mashkova // Scientific works of Dalrybvtuz. – 2021. – Vol. 55. – No. 1. – Pp. 35-41.

Keywords:

Okhotsk Sea, North Okhotsk subzone, West Kamchatka subzone, trumpeters, fishing, catch, development

Глубоководные брюхоногие моллюски трубачи Buccinidae – перспективные промысловые объекты в северной части Охотского моря

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-36-40

Фотографии к статье: Е.А. Метелёв

Кандидат биологических наук
Е.А. Метелёв – руководитель филиала;

В.Г. Григоров – заведующий лабораторией промысловых беспозвоночных – Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»)

доктор биологических наук, доцент **А.А. Смирнов** – главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор Северо-Восточного государственного университета (СВГУ)

@ evgeniy_metelyov@mail.ru;
lpb@magadanniro.ru;
andrsmir@mail.ru

Ключевые слова:

Охотское море, Северо-Охотоморская подзона, Западно-Камчатская подзона, трубачи, промысел, вылов, освоение

DEEP-SEA GASTROPODS MOLLUSKS TRUMPETERS BUCCINIDAE – PROMISING COMMERCIAL OBJECTS IN THE NORTHERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK

Candidate of Biological Sciences **E.A. Metelev** – branch manager;
V.G. Grigorov – Head of the Laboratory of Commercial Invertebrates –
Magadan Branch of VNIRO (MagadanNIRO)
Doctor of Biological Sciences, Associate Professor **A.A. Smirnov** –
Chief Researcher of the Department of Marine Fishes of the Far East,
All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO);
Professor of Northeastern State University (SVSU)

The article considers a state of commercial stocks of trumpeters in the northern part of the Sea of Okhotsk subzone at present stage of their research. Prospective objects of industrial fishing and areas of their extraction are given.

Брюхоногие моллюски семейства Buccinidae, называемые трубачами (от латинского *bucina* – труба), широко распространены в дальневосточных морях, образуя промысловые скопления в Беринговом море, в северо-восточной части Охотского моря, у побережья Восточного Сахалина и Приморья [1; 2; 3; 4].

По содержанию белка и минеральных веществ трубач превосходит другие моллюски, его мясо содержит большое количество йода и фтора, поэтому может служить профилактическим средством при кариесе и йододефицитных заболеваниях [5].

Продукция, изготавливаемая из брюхоногих моллюсков, наи-

более востребована в странах юго-восточной Азии. Этот спрос основан на высоких товарных и гастрономических качествах брюхоногих моллюсков. Основной объём продукции поставляется на рынки Японии, Южной Кореи и Китая. В России брюхоногие моллюски не являются широко распространёнными объектами пищевого потребления, поэтому об их существовании и вкусовых качествах знает лишь незначительная часть населения, проживающая в областях Дальнего Востока [6].

Современным требованиям к продукции, предъявляемым на мировых рынках, соответствуют только крупные предста-

вители семейства Buccinidae. Несмотря на то, что на североохотоморском шельфе встречается более 30 видов моллюсков этого семейства, только два вида востребованы промышленностью – это *Buccinum osagawai* Habe & Ito, 1968 и *B. ectomocuma* Dall, 1907 [3].

B. osagawai обитает на глубинах 116-300 м в температурных границах $-1,6 \div +0,4^{\circ}\text{C}$; *B. ectomocuma* встречается на глубинах до 122 м в зонах с температурами от $-1,6$ до $+0,4^{\circ}\text{C}$ [7].

В дальневосточных морях России масштабный промысел трубачей ведётся в северной части Охотского моря: в Северо-Охотоморской подзоне (далее – СОМ) в Притауйском районе, расположенном южнее п-ова Кони, на глубинах от 100 до 230 м, а также в Западно-Камчатской подзоне (далее – ЗК) на двух участках (рис. 1). Промысел ведётся при помощи конических специализированных ловушек японского образца, объединённых в порядки от 350 до 550 штук. Наживкой служит свежемороженая рыба: сельдь, минтай, дальневосточная сардина [8] или фарш из этой рыбы, помещаемый в пластмассовые контейнеры с отверстиями [9].

Освоение ресурсов трубачей в Притауйском районе СОМ было начато японскими рыбаками в 1972 г. в рамках действия международного советско-японского соглашения [3] и проводилось до 1984 года. По данным Ю.Б. Зайцевой [10], в первые годы в ловле моллюсков участвовало от 14 до 22 японских промыслово-перерабатывающих судов. В 1978 г. к промыслу букцинид приступили отечественные рыбодобывающие предприятия. Более 70% уловов трубача в этом районе составлял *B. osagawai* [11]. Добыча моллюсков осуществлялась на небольшом участке акватории от 151° до 153° в.д. на поселениях с наибольшей плотностью. В результате локальные переловы были отмечены уже в 1985 г. [12], а к 1996-1998 гг. состояние промысловых запасов брюхоногих моллюсков в Притауйском районе оценивалось как напряжённое [10]. Реакцией на снижение качественных и количественных характеристик промыслового запаса трубачей стало введение в 1990 г. запрета на промысел трубачей в традиционном районе (севернее $57^{\circ}30'$ с.ш. и между $148^{\circ}50'$ - $154^{\circ}00'$ в.д.).

Промышленный лов брюхоногих моллюсков в СОМ возобновился в 2000 году. Вступление в промысел запаса поколений основных добываемых видов трубачей, сформировавшихся в период запрета на их лов, обеспечило устойчивый рост средних уловов на ловушку [6]. Стабильное состояние запасов позволило постепенно увеличить общий допустимый улов (далее – ОДУ) трубачей в СОМ с 2,5 (2000 г.) до 6 тыс. т (2008-2009 гг.). В последующие годы, в связи со снижением промысловых запасов букцинид, объёмы, рекомендованные к вылову, квот были снижены до 3,6-3,7 тыс. т (2012-2013 гг.) [13; 14]. Затем наблюдалось улучшение состояния запасов брюхоногих моллюсков, что отразилось в увеличении ОДУ. На 2021 г. ОДУ трубачей в СОМ был утверждён на максимальном с начала XXI века уровне – 6412 тонн. В этот год был достигнут и максимальный вылов брюхоногих моллюсков – 6180 т (рис. 2).

Рассматривается история промысла и состояние промысловых запасов брюхоногих моллюсков в северной части Охотского моря на современном этапе их исследований. Приведены перспективные для промышленного рыболовства виды глубоководных брюхоногих моллюсков и районы их добычи.

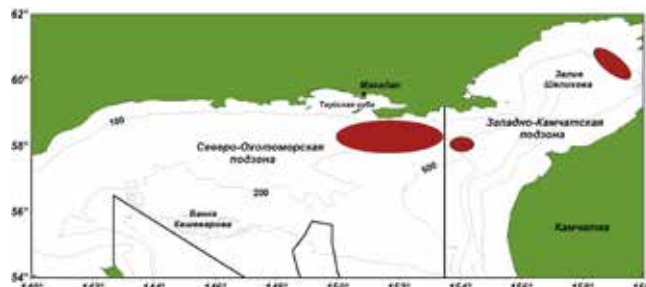


Рисунок 1. Основные районы промысла брюхоногих моллюсков в северной части Охотского моря

Figure 1. The main areas of fishing for gastropods in the northern part of the Sea of Okhotsk

Практически одновременно с возобновлением промысла в традиционном районе добычи трубачей были предприняты поиски новых скоплений брюхоногих моллюсков. Так, в 2001 г., во время научных исследований, проводимых «МагаданНИРО» на севере зал. Шелихова, обнаружены скопления брюхоногих моллюсков вида *B. ectomocuma*. Исследования, продолженные в 2003-2004 гг., подтвердили наличие в этом районе промысловых скоплений моллюсков указанного вида. На основании полученных данных была выполнена оценка промысловых запасов трубачей в зал. Шелихова, а рекомендованная величина изъятия на 2005 г. составила 420 тонн. В дальнейшем, по результатам исследований 2004-2005 гг., величина запаса была увеличена, а рекомендованный объём изъятия составил

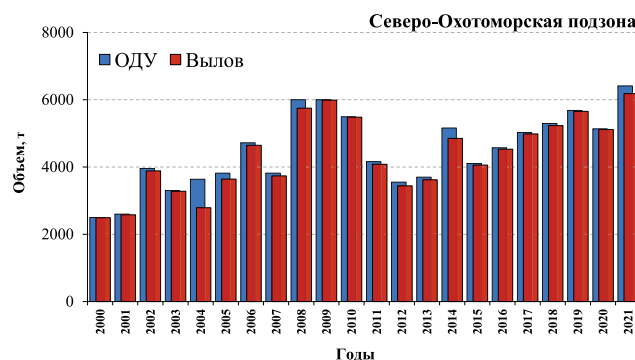


Рисунок 2. Динамика ОДУ и вылова трубачей в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря

Figure 2. Dynamics of the volume of allowable catch and official catch of the gastropods in the North Okhotsk Sea subzone of the Sea of Okhotsk



Рисунок 4. Брюхоногий моллюск *Buccinum pempfigus*

Figure 4. Gastropod *Buccinum pempfigus*

не проводились. Исследования, возобновлённые в 2016 г., показали, что промысловые запасы трубачей на севере зал. Шелихова значительно уменьшились, по сравнению с началом их промышленного лова: рекомендованная величина изъятия на 2017 г., на основе собранных материалов, составила всего 135 тонн. Последующие работы позволили обнаружить ещё несколько локальных поселений трубачей в исследованном районе, однако, рекомендованные к вылову, объёмы трубачей по-прежнему не превышали величины 248 тонн.

В ходе выполненных в 2019-2020 гг. поисковых работ на материковом склоне в ЗК были обнаружены поселения трубачей глубоководного моллюска пемфигуса (*B. pempfigus*) (рис. 4), которые формировали скопления высокой плотности, рентабельные для промышленного лова. *B. pempfigus* был найден на глубинах 215-300 м при температурах не выше 0°C [7]. Этот вид брюхоногих моллюсков широко распространён на континентальном склоне Охотского моря и с полным основанием претендует на звание самого крупного в роде *Buccinum*. В северной части Охотского моря зафиксированы поимки пемфигуса с высотой раковины 180 мм и массой около 500 граммов. Оконтуривание обозначенного скопления и вовлечение его в промышленный оборот позволило увеличить ОДУ трубачей на 2021 г. до 311 тонн. Таким образом, в настоящее время разведанные и эксплуатируемые промысловые запасы брюхоногих моллюсков в ЗК состоят из двух поселений (субъединиц единого запаса) двух наиболее массовых видов гастропод – *B. ectomocuta* и *B. pempfigus*. Согласно имеющимся оценкам, соотношение запасов этих видов трубачей в ЗК определено как 4:1.

Отсутствие до настоящего времени интереса добывающих компаний к промыслу глубоковод-

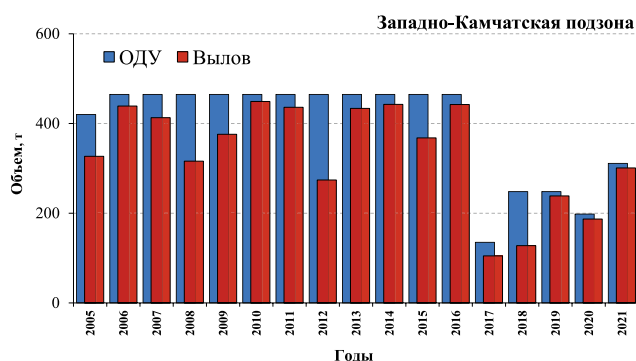


Рисунок 3. Динамика ОДУ и вылова трубачей в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря

Figure 3. Dynamics of the volume of allowable catch and official catch of the sea snails in the West Kamchatka Sea subzone of the Sea of Okhotsk

465 т трубачей. Промышленное освоение трубачей в ЗК на регулярной основе осуществляется с 2005 г. (рис. 3).

Далее, в течение продолжительного времени (2008-2015 гг.), научные исследования и мониторинг состояния запасов трубачей в зал. Шелихова

ного моллюска пемфигуса, прежде всего, было связано с более разреженными его поселениями, плотности которых обеспечивают уловы в 2-3 раза ниже, по сравнению с уловами в традиционном Притауйском районе промысла брюхоногих моллюсков. По вкусовым качествам пемфигус не уступает основным промысловым видам, но характерный кремовый цвет его тела непривычен для потребителей юго-восточной Азии, поэтому конкурировать с более светлым мясом основных промысловых видов трубачей он не может [6].

Об имеющихся в северной части Охотского моря запасах пемфигуса, а также о перспективах вовлечения его в промышленный оборот неоднократно указывалось в литературных источниках [3; 6; 15], однако до настоящего времени этот вид моллюсков так и не стал объектом широкомасштабного промышленного лова, за исключением поселений в ЗК. Этому способствовало, во-первых, то, что продукция из пемфигуса стала поставляться на внутренний рынок; во-вторых, то, что основные скопления, востребованного промышленностью, моллюска *B. ectomocuta* в ЗК значительно удалены от основного Притауйского района промысла трубачей. По обозначенной причине переход в этот район добычи и перевозка всех орудий лова более затратен для добывающих компаний.

Глубоководный трубач-пемфигус является перспективным объектом промышленного лова и для СОМ. По многолетним данным научно-исследовательских и мониторинговых работ «МагаданНИРО», наиболее массовые поимки пемфигуса регистрировались на глубинах более 215 м в северо-восточной части СОМ, на склонах впадины ТИНРО и в районе банки Кашеварова. Уловы в местах максимальной концентрации этого моллюска достигали 8 кг/лов., но в среднем составляли около 2-3 кг/лов. Размерный состав пемфигуса в межгодовом аспекте характеризуется стабильностью (в среднем высота раковины составляет 100 мм) и устойчиво высокой долей промысловых особей в уловах (более 80%). Согласно материалам комплексных исследований «МагаданНИРО», величина промыслового запаса *B. pempfigus* за пределами основного района лова трубачей в СОМ, составляет не менее 3,5 тыс. т, а по предварительным оценкам, доступный для промысла объём трубачей (*B. pempfigus*) оценивается величиной не менее 350 тонн. Перспективные районы промысла глубоководных брюхоногих моллюсков сосредоточены в районе банки Кашеварова и западного склона впадины ТИНРО (рис. 5).

Тем не менее, при сохранении высокой плотности скоплений трубачей в традиционном районе их промысла, а также востребованности на мировых рынках продукции из двух наиболее массовых видов трубачей, вопрос – каким же образом охватить промыслом ресурсы глубоководного пемфигуса в СОМ, остаётся открытым. Включение в общий промысловый запас ресурсов глубоководных трубачей в СОМ и увеличение, рекомендованных к вылову, квот за их счёт, не позволит вовлечь в промышленный оборот их запасы, а только усилит пресс промышленного лова в традиционном месте

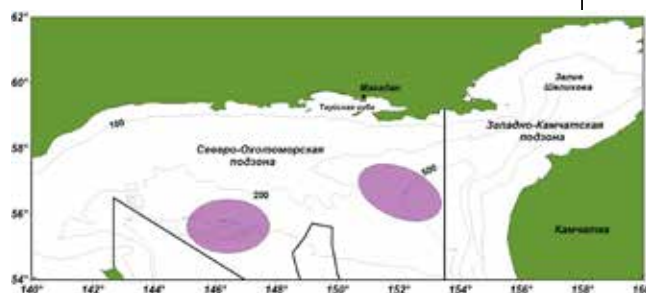


Рисунок 5. Перспективные районы промысла глубоководных видов брюхоногих моллюсков в Северо-Охотоморской подзоне

Figure 5. Promising fishing areas for deep-sea gastropod species in the North Okhotsk Sea subzone

их лова. Возможным решением данного вопроса будет районирование СОМ на участки, с определением для каждого из них величин водных биологических ресурсов, рекомендованных к вылову.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Е.А. Метелёв – идея работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи; В.Г. Григоров – сбор и анализ данных, подготовка статьи; А.А. Смирнов – подготовка обзора литературы, подготовка и окончательная проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: E.A. Meteleev – the idea of the work, data collection and analysis, preparation of the article; V.G. Grigorov – data collection and analysis, preparation of the article; A.A. Smirnov – preparation of the literature review, preparation and final verification of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Боруля Е.М. Пространственное распределение и видовой состав скоплений промысловых брюхоногих моллюсков семейства Buccinidae в заливе Петра Великого // Известия ТИНРО. – 2001. – Т. 128. – С. 454-464.
1. Borulya E.M. Spatial distribution and species composition of clusters of commercial gastropods of the Buccinidae family in Peter the Great Bay // Izvestiya TINRO. – 2001. – Vol. 128. – Pp. 454-464.
2. Пискунов А.И. Распределение моллюсков семейства Buccinidae в Анадырском заливе / А.И. Пискунов, К.М. Прокопенко // Известия ТИНРО. – 2001. – Т. 128. – С. 620-624.
2. Piskunov A.I. Distribution of mollusks of the Buccinidae family in the Anadyr Bay / A.I. Piskunov, K.M. Prokopenko // TINRO News. – 2001. – Vol. 128. – Pp. 620-624.
3. Михайлов В.И. Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря. / В.И. Михайлов, К.В. Бандурин, А.В. Горничных, А.Н. Карасёв – Магадан: МагаданНИРО, 2003. – 284 с.
3. Mikhailov V.I. Commercial invertebrates of the shelf and the continental slope of the northern part of the Sea of Okhotsk. / V.I. Mikhailov, K.V. Bandurin, A.V. Maid, A.N. Karasev – Magadan: MagadanNIIRO, 2003. – 284 p.
4. Репина Е.М. Динамика размерной и половой структур поселений и состояние ресурсов брюхоногих моллюсков сем. Buccinidae в заливе Петра Великого // Известия ТИНРО. – 2006. – Т. 145. – С. 103-119.
4. Repina E.M. Dynamics of the size and sexual structures of settlements and the state of resources of gastropods of the family.



Buccinidae in Peter the Great Bay // *Izvestia TINRO*. – 2006. – Vol. 145. – Pp. 103-119.

5. Глазунова Е.В. Трубоч как сырье для получения формованных продуктов // *Биоэкономика и экобиополитика*. – 2015. – №1. – С. 94-101.

5. Glazunova E.V. Trubach as a raw material for obtaining molded products // *Bioeconomics and ecobiopolitics*. – 2015. – No. 1. – Pp. 94-101.

6. Горничных А.В. Современное состояние промысла брюхоногих моллюсков в северной части Охотского моря // *Вопросы рыболовства*. – 2008. – Т. 9. – №2(34). – С. 439-449.

6. Maids A.V. The current state of the gastropod mollusk fishery in the northern part of the Sea of Okhotsk // *Fishing issues*. – 2008. – Т. 9. – №2 (34). – Pp. 439-449.

7. Хорошуткина О.А. Распределение некоторых видов букцинид в северо-западной части Охотского моря / О.А. Хорошуткина, Е.А. Метелёв // *Труды ВНИРО*. – 2015. – Т. 155. – С. 14-19.

7. Khoroshutina O.A. Distribution of some buccinid species in the northwestern part of the Sea of Okhotsk / O.A. Khoroshutina, E.A. Metelev // *Proceedings of VNIRO*. – 2015. – Vol. 155. – Pp. 14-19.

8. Овсянников В.П. Особенности встречаемости брюхоногих моллюсков северной части Охотского моря в траловых и ловушечных

уловах // *Известия ТИНРО*. – 2009. – Т. 157. – С. 145-153.

8. Ovsyannikov V.P. Features of occurrence of gastropods of the northern part of the Sea of Okhotsk in trawl and trap catches // *TINRO News*. – 2009. – Vol. 157. – Pp. 145-153.

9. Михайлов А.И. Приманки для лова брюхоногих моллюсков / Михайлов А.И., Овсянников В.П. // *Рыбное хозяйство*. – 1984. – №12. – С. 29-30.

9. Mikhailov A.I. Baits for fishing gastropods / Mikhailov A.I., Ovsyannikov V.P. // *Fisheries*. – 1984. – No.12. – Pp. 29-30.

10. Зайцева Ю.Б. Трубоч Охотского моря // *Рыбное хозяйство*. – 1998. – № 5-6. – С. 42-44.

10. Zaitseva Yu.B. Trubach Okhotsk sea // *Fisheries*. – 1998. – No. 5-6. – Pp. 42-44.

11. Горничных А.В. История освоения, состояние запасов и перспектива промысла трубоча в северной части Охотского моря // *Северо-восток России: проблемы экономики и народонаселения. Тез. докладов. Т. 1. Магадан: ОАО «Северовостокзолото», 1998. – С. 130.*

11. Maids A.V. The history of development, the state of reserves and the prospect of trumpeter fishing in the northern part of the Sea of Okhotsk // *North-East of Russia: problems of economy and population. Tez. reports. Vol. 1. Magadan: ОАО Severovostokzoloto, 1998. – p. 130.*

12. Овсянников В.П. Определение запаса брюхоногих моллюсков и рациональное регулирование промысла // *Рыбное хозяйство*. – 1990. – №4. – С. 52-54.

12. Ovsyannikov V.P. Determination of the stock of gastropods and rational regulation of fishing // *Fisheries*. – 1990. – No. 4. – Pp. 52-54.

13. Васильев А.Г. 2016. Промысловые беспозвоночные северной части Охотского моря: состояние запасов и промысел в 2010 г. Магаданский науч.-исслед. ин-т рыбного хоз-ва и океанограф. / А.Г. Васильев, А.Д. Абаев, Е.А. Метелёв, В.Г. Григоров, С.В. Клинушкин – Магадан: Деп. в ВИНТИ, 2016 – № 128-B2016. – 110 с.

13. Vasiliev A.G. Commercial invertebrates of the northern part of the Sea of Okhotsk: the state of stocks and fishing in 2010. Magadan Scientific research. Institute of Fish Farming and Oceanography / A.G. Vasiliev, A.D. Abaev, E.A. Metelev, V.G. Grigorov, S.V. Klinushkin – Magadan: Dept. in VINITI, 2016 – No. 128-In2016. – 110 p.

Vasiliev, A.D. Abaev, E.A. Metelev, V.G. Grigorov, S.V. Klinushkin – Magadan: Dept. in VINITI, 2016 – No. 128-In2016. – 110 p.

14. Васильев А.Г. Состояние запасов промысловых беспозвоночных северной части Охотского моря в 2011 г. Магаданский науч.-исслед. ин-т рыбного хоз-ва и океанограф. / Васильев А.Г., Абаев А.Д., Метелёв Е.А., Мельник А.М., Клинушкин С.В., Григоров В.Г. – Магадан: Деп. в ВИНТИ, 2014 – № 23-B2014. – 113 с.

14. Vasiliev A.G. State of stocks of commercial invertebrates of the northern part of the Sea of Okhotsk in 2011. Magadan scientific research. in-t fish farm and oceanographer. / Vasiliev A.G., Abaev A.D., Metelev E.A., Melnik A.M., Klinushkin S.V., Grigorov V.G. – Magadan: Dept. in VINITI, 2014 – No. 23-V2014. – 113 p.

15. Смирнов И.П. Трубочи континентального склона северо-восточного Сахалина. Сборник: Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. – Южно-Сахалинск: Сахалинское областное книжное издательство, 1999. – Т. 2. – С. 156-159.

15. Smirnov I.P. Trumpeters of the continental slope of northeastern Sakhalin. Collection: Fisheries research in the Sakhalin-Kuril region and adjacent water areas. – Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin Regional Book Publishing House, 1999. – Vol. 2. – Pp. 156-159.

Глубоководный бычок *Neogobius bathybius* (Kessler), как один из объектов прибрежного лова Дагестанского побережья Каспия

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-41-45

С.А. Гуцуляк – старший научный сотрудник Научно-образовательного центра «Осетроводство»

Астраханского государственного университета (ФГБОУ ВО «АГУ им. В. Н. Татищева»);

П.С. Таилов – заведующий сектором промысловой ихтиологии Западно-Каспийского отдела Волжско-Каспийского филиала (КаспНИРХ) Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

@ gutculiak@mail.ru;
taibov.p@yandex.ru

DEEP-SEA GOBY *NEOGOBIOUS BATHYBIUS* (KESSLER), AS ONE OF THE OBJECTS OF COASTAL FISHING OF THE CASPIAN SEA

S.A. Gutsulyak – Senior Researcher at the Scientific and Educational Center "Sturgeon Breeding" of the Astrakhan State University (ASU);

P. S. Taibov – Head of the Sector of Commercial Ichthyology of the West Caspian Department of the Volga-Caspian Branch (KaspNIRH) All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

A brief historical reference is given on the state of bullheads and their stocks off the Dagestan coast of the Middle Caspian in the second half of the twentieth century. The data on catches and by-catch during the spawning migration of gobies in nets and seines when fishing for *Vimba vimba* and herring *Clupeidae* in the Tersko-Caspian fisheries subdistrict of the Republic of Dagestan 2018-2021 are presented. The biological parameters of the deep-sea goby *ponticola bathybius*, which is the most numerous in by-catches (90%) during the fishing period, are given. Data on the total and commercial stock of goby fish in this research area are presented.

Ключевые слова:

Каспийское море, глубоководный бычок, биологические параметры, районы промысла, орудия лова, промысловый запас

Keywords:

Caspian Sea, deep-sea goby, biological parameters, fishing areas, fishing gear, fishing stock

ВВЕДЕНИЕ

Каспийское море представляет собой водоем уникальный по биологическим, прежде всего, рыбным ресурсам. Прекрасные условия для размножения и нагула рыб создаются за счет обособления Каспийского моря и формирования замкнутого водоема, со свойственным только ему элементарным составом воды. В бассейне Каспийского моря определено 37 видов и подвидов бычковых рыб сем. *Gobiidae*, представители семейства демонстрируют удивительную приспособленность к окружающей среде. Некоторые виды обладают высокой то-

лерантностью к колебаниям солёности воды и образуют популяции в пресных, соленых и морских водоемах [1]. В настоящее время семейство бычковых рыб относится к неиспользуемым объектам морского промысла в Южном рыбохозяйственном районе Волжско-Каспийского бассейна, но данный вид рыб может послужить ресурсной базой для организации нового промышленного лова. На этот факт указывалось ещё в 30-е годы прошлого столетия, когда прилов бычковых за один зачёт в сельдяных неводах на Дагестанском побережье достигал 0,25 т [2]. З.П. Бухарина наблюдала в предустьевом

Таблица 1. Траловые уловы рыб в предустьевом пространстве Куры в 1960-е годы /
Table 1. Trawl catches of fish in the pre-estuary space of the Kura in the 1960s

Месяцы лова	Виды рыб	Общий улов, шт.	Общий улов, %
Май	Килька	996	42,9
	Бычки	1128	48,4
	Атерина	200	8,7
Июль	Килька	360	4,8
	Бычки	5845	77,6
	Атерина	1325	17,6
Сентябрь	Килька	7318	57,5
	Бычки	4931	38,7
	Атерина	480	3,8

пространстве Куры достаточно высокие концентрации бычковых на глубинах до 10 м (табл. 1) [3]. В 1960-тые годы запас, только на западном побережье Среднего и Южного Каспия, составлял, по данным Д.Б. Рагимова, 176,3 тыс. т [4].

О большой численности и возможности промышленного использования бычковых Каспийского моря неоднократно указывали в своих публикациях О.А. Гримм, Н.М. Книпович, Н.М. Киналев, Н.И. Чугунова. Запасы бычковых в Каспийском море исчисляются приблизительно в 786264000 кг (786,3 тыс. т) [5]. Имея довольно широкое распространение в Каспийском море, бычковые не используются промыслом, хотя по своим пищевым качествам они мало чем отличаются от других



Рисунок 1. Видовой состав уловов

Figure 1. Species composition of catches

рыб. В их теле содержится 17,5% белка, 2% жира, микро и макро-элементы: вода – 70 г, сера – 175 мг, хром – 55 мкг, фтор – 430 мкг, молибден – 4 мкг., никель – 6 мкг., цинк – 0,7 мг., хлор – 16 мг., калорийность 100 г мяса – 88 ккал (<https://bonfit.ru/kalorii/ryba-i-moreprodukty/drugaya-morskaya-ryba/kalorii-ryba-bychok/>) [6].

В настоящее время весенний сельдяной морской промысел, который был закрыт в связи с сохранением ценных пород осетровых и сельдей, восстанавливается, в качестве орудий лова используются ставные сети и ставные килечные невода. В связи с сезонными миграциями, промысел бычковых рыб должен базироваться на весеннем подходе их к берегам, в качестве прилова при добыче морских сельдей. В новых условиях впервые встал вопрос о запасах бычковых рыб.

В Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне бычки, в основном, встречаются и имеют промысловое значение на побережье моря вдоль Аграханского полуострова и на крайновском побережье. Промысел бычков на дагестанском побережье до 2018 г. не велся и в промысловой статистике начал отражаться в виде прилова при лове других видов водных биоресурсов. Мониторинг промысла рыб у дагестанского побережья показывает, что в последние годы, при прибрежном промысле рыб, наблюдается значительный прилов в орудиях лова каспийских бычков. Особенно значительный

Дается краткая историческая справка о состоянии бычковых и их запасов у Дагестанского побережья Среднего Каспия во второй половине XX века. Приведены сведения об уловах и прилове бычковых, в период нерестовой миграции, в ставных сетях и неводах при лове рыбца *Vimba vimba* и сельдей Clupeidae в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне республики Дагестан в 2018-2021 годах. Даны биологические параметры глубоководного бычка *ponticola bathybius*, который является самым многочисленным в приловах (99 %) в период промысла. Приведены данные по общему и промысловому запасу бычковых в данном районе исследований.

прилов, практически на 99%, состоит из бычка-глубоководного.

Наибольшее значение в промысловом отношении на побережье Дагестана имеет *Ponticola bathybius* (Kessler, 1877). Бычок повсеместно распространён в Среднем и Южном Каспии, в северной части моря встречается единичными экземплярами. Обитает на больших глубинах, предпочитая ракушечно-галечные грунты. По данным одних авторов достигает длины 25 см, массы – 165 г [7], по данным других исследователей – 29 см и 330 г [8]. Половая зрелость наступает на втором году жизни. Нерестится в южной части западного побережья Среднего Каспия во второй половине июня и начале июля. Перед нерестом, в марте-мае, осуществляет миграцию в прибрежные районы моря. Обширные районы западной части Среднего Каспия еже-



Рисунок 2. Район исследований - побережье Среднего Каспия (республика Дагестан)

Figure 2. Research area - the coast of the Middle Caspian Sea (Republic of Dagestan)

годно используются бычком в качестве нерестового ареала в весенний период. Данная биологическая особенность позволяет нам оценить численность и современное состояние популяции и дать обоснование общего и промыслового запасов.

Цель настоящего исследования – изучить статистику промысловых уловов бычковых в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне и доказать, что бычковые могут обеспечить эффективный промысел в данном районе Каспия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал по бычковым рыбам собирался в весенний период (март-май) 2018-2021 гг. из уловов научно-исследовательских и промысловых орудий лова – ставных сетей и ставных килечных неводов при промысле рыбы *Vimba vimba* и сельдей *Clupeidae* в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне республики Дагестан (рис. 1).

Лов проводили стандартными сетями длиной 25 м, высотой 4 м с размером (шагом) ячеи 32 мм. Проанализированы бычки с промысловых участков в районах г. Махачкала – о. Чечень, Каякент-Дербент, на сулакском, на крайновском побережье (с. Старый Терек – с. Суюткино) (рис. 2).

Сбор информации по распределению, численности и качественной структуре проводился в соответствии с Инструкциями по сбору и первичной обработке [9]. Полученные результаты исследований использовались при расчетах промыслового запаса бычковых с перспективой прогнозирования рекомендованного вылова, согласно Методике оценки запасов [10].

Объектом исследования послужил глубоководный бычок *Ponticola bathybius* (Kessler, 1877), младший синоним которого известен на Каспии как *Neogobius bathybius* (рис. 3). В общей сложности за период исследований в 2018-2021 гг. биологическому анализу (включая массовые промеры) было подвергнуто 800 экз., полному биологическому анализу – 551 экз. [11;12].

Для оценки запасов бычков использовался прямой метод оценки по А.И. Кушнаренко [13]. Для

определения рекомендованного вылова необходимо знать годовое изъятие от запаса по методике Е.М. Малкина [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По данным промысловой статистики, в 2021 г. в весенний период рыбодобывающими предприятиями на дагестанском побережье Каспия выловлено в виде прилова 117,4 т бычковых, что в 2,2 раза меньше 2020 г. (264,6 т), но значительно больше чем в 2018 и 2019 годах.

Районами промысла наших исследований в 2018-2021 гг. были два промысловых участка – район г. Махачкала – о. Чечень и крайновское побережье (с. Старый Терек – с. Суюткино). Наибольшие скопления бычковых наблюдались в 2018-2020 гг. в районе побережья г. Махачкала – о. Чечень, где сложились благоприятные условия для нагула и нереста рыб, за годы исследований было выловлено 212,6 т бычковых, что составило 67,4% от общего улова (табл. 2). В 2021 г. уловы, по сравнению с 2020 г., упали в 2,2 раза, а на побережье г. Махачкала – о. Чечень, одного из районов промысла, и того больше в 3,4 раза и составили 49,9 тонн. За счет снижения вылова соотношение уловов по районам промысла в 2021 г. изменилось в пользу крайновского побережья моря, где улов составлял 67,5 т против 49,9 т побережья г. Махачкала – о. Чечень.

Снижение вылова бычковых у побережья Дагестана в 2021 г., по отношению к 2020 г., складывалось из нескольких факторов, основным из которых являлось снижение промыслового усилия за счет сокращения количества промысловых дней с 18 до 12, за счет позднего выхода рыбаков на промысел. Также в снижении уловов немаловажную роль сыграли неблагоприятные гидрометеорологические условия, сократилось количество применяемых орудий лова и рыбаков. Кроме того, снижение связано с уменьшением улова на усилие с 3,2 до 2,6 кг/сеть. (табл. 3).

Несмотря на то, что длина глубоководного бычка была выше предыдущих лет и составила 20,7 см,

Таблица 2. Вылов бычков по районам промысла в 2018-2021 годах /

Table 2. Catch of gobies by fishing areas in 2018-2021

Годы	Районы лова				Всего улов, т
	Побережье г. Махачкала – о. Чечень		крайновское побережье (с. Старый Терек – с. Суюткино)		
	Улов, т	Улов, в %	Улов, т	Улов, в %	
2018	7,8	78	2,2	22	10,0
2019	32,8	80	8,2	20	41,0
2020	172,0	65	92,6	35	264,6
2021	49,9	42,5	67,5	57,5	117,4
Средние значения	65,6	66,4	42,6	33,6	108,2

Таблица 3. Характеристика промысла бычков в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне в 2018-2021 годах / **Table 3.** Characteristics of bullhead fishing in the Tersko-Caspian Fishery subdistrict in 2018-2021

Годы	2018	2019	2020	2021
Улов, тыс. т	0,01	0,041	0,2646	0,1174
Улов на усилие, кг/сеть	4,2	3,5	3,2	2,6
Промысловое усилие, км ³	0,0067	0,028	0,172	0,087
Вылов на усилие, тыс. т/км ³	1,49	1,46	1,54	1,35

при колебаниях от 18,5-23,5 см, масса рыб оказалась самой низкой – 97,6 г (табл. 4). Это может свидетельствовать о неудовлетворительной кормовой базе в данном районе и менее упитанных особях, встречающихся в уловах. Возраст самок и самцов составлял от 4 до 6 лет. Основная возрастная масса рыб находилась в пределах 5 лет.

Для подтверждения оценки запасов бычков использовался прямой метод по А.И. Кушнаренко [13]. Для определения биомассы популяции бычков на 2021 г. в расчетах использовались следующие параметры: ареал – 1,1 тыс. км², глубина в ареале – 0,5 м, эффективность промысла – 1,35 тыс. т/ км³, коэффициент уловистости – 0,4 (табл. 5).

Для определения рекомендованного вылова необходимо знать годовое изъятие от запаса, которое, по методике Е.М. Малкина [14], при массовом созревании в 3 года, равно 30%.

Предложенная оценка численности, основанная на прямом учёте, уже зарекомендовала себя в ихтиологии и используется для определения запасов многих видов рыб. Принимая во внимание, что значительная часть годового цикла бычка глубоководного, в силу тех или иных причин, не охва-

тывается полностью исследованиями (миграции молоди и взрослых особей в Среднем и Южном Каспии), применяемая оценка численности рыб в северной и средней части Каспийского моря наиболее достоверно отражает состояние их запасов.

Таким образом, промысловый запас бычковых в Каспийском море у побережья Республики Дагестан на 2021 г. составил 2,0 тыс. т, а рекомендуемый вылов – 0,5 тыс. тонн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Специализированная добыча бычковых на Каспии отсутствует, и до последнего времени каспийские представители семейства бычковых относились к неиспользуемым объектам морского промысла в Южном рыбохозяйственном районе Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна. Прилов бычковых на дагестанском побережье осуществляется только при промысле рыбца *Vimba vimba* и морских сельдей Clupeidae в весенний период ставными сетями, при ограниченных сроках промысла (с 1 марта по 20 мая). Полагаем, что при таком режиме работы промысел не нанесёт ущерб другим гидробионтам и биотопам Ка-

Таблица 4. Качественная характеристика бычков у дагестанского побережья в 2018-2021 годах / **Table 4.** Qualitative characteristics of goby fish off the coast of Dagestan in 2018-2021

Год	Длина тела, см		Масса тела, г		N, шт.
	Колебание	Средняя	Колебание	Средняя	
2018	18,0-22,0	20,5	75-168	132,6	116
2019	16,5-24,1	18,2	90-146	113	128
2020	16,0-23,0	19,5	71-151	112,9	96
2021	18,5-23,5	20,7	66,5-141,5	97,6	211



Рисунок 3. Биологический анализ глубоководного бычка *Ponticola bathybius* (Kessler, 1877)

Figure 2. Biological analysis of the deep-sea goby *Ponticola bathybius* (Kessler, 1877)

Таблица 5. Расчет прогноза промыслового запаса бычковых рыб в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (республика Дагестан) / **Table 5.** Calculation of the forecast of the commercial stock of goby fish in the Tersko-Caspian fishery subdistrict (Republic of Dagestan)

Показатели	Годы			
	2018	2019	2020	2021
Ареал, S, тыс. км ²	1,1	1,1	1,1	1,1
Глубина в ареале, h, м	0,5	0,5	0,5	0,5
Объем, V, км ³	0,55	0,55	0,55	0,55
Промысловое усилие, E, км ³	0,0067	0,028	0,172	0,087
Эффективность промысла, C/E, тыс.т/км ³	1,49	1,46	1,54	1,35
Коэффициент уловистости, K	0,4	0,4	0,4	0,4
Биомасса, B = C/E V/K, тыс. т	2,052	2,013	2,022	1,856
Рекомендуемый вылов, тыс.т.	0,5	0,5	0,5	0,5
Было выловлено, C тыс.т.	0,01	0,041	0,2646	0,1174

спийского моря. При рациональном подходе к организации промысла необходимо отказаться от чересчур мелочайших орудий лова, так как, наряду с промысловыми объектами, в данные орудия лова может попадаться и молодь бычковых. Бычковые, как добываемые ресурсные объекты, также подлежат рациональному использованию и охране.

Таким образом, учитывая большие объемы прилова в орудиях лова, рыбодобытчики проявляют большую заинтересованность в организации промысла бычковых. Так, с 2020 г. бычковые виды рыб, по рекомендации учёных Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), включены в перечень водных биоресурсов, для которых осуществляется процедура биологического обоснования рекомендованного вылова и промысловый запас которых оценивается на достаточно высоком уровне. В 2021 г. для этой цели рекомендована и обоснована добыча (вылов) у Дагестанского побережья в объеме 0,5 тыс. тонн.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **С.А. Гуцуляк** – идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная проверка статьи; **П.С. Таилов** – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **S.A. Gutsulyak** – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; **P.S. Taibov** – data collection and analysis, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Манило Л.Г. Рыбы семейства бычковые (Perciformes; Gobiidae) морских и солоноватых вод Украины. – Киев.: Наукова думка, 2014. – 243 с.
1. Manilo L.G. Fish of the goby family (Perciformes; Gobiidae) of the marine and brackish waters of Ukraine. – Kiev.: Naukova dumka, 2014. – 243 p.
2. Чугунова Н.И. Бычки и раки. / Н.И. Чугунова, Ф.Ф. Егерман // Бюллетень всекаспийской научной рыбохозяйственной экспедиции. – Баку, 1932. – С. 136-139.
2. Chugunova N.I. Bulls and crayfish. / N.I. Chugunova, F.F. Egerman // Bulletin of the All-Caspian Scientific fishery expedition. – Baku, 1932. – Pp. 136-139.
3. Бухарина З.П. Распределение молоди рыб у западного побережья Каспия // Мат. науч. сессии, посвященной итогам и перспективам развития зоологических исследований в Азербайджане. – Баку, 1961. – С. 14-18.

3. Bukharina Z.P. Distribution of juvenile fish off the western coast of the Caspian Sea // Mat. nauch. a session dedicated to the results and prospects of zoological research development in Azerbaijan. – Baku, 1961. – Pp. 14-18.
4. Рагимов Д.Б. Видовой состав, биология и запасы бычковых (Gobiidae) западного побережья Среднего и Южного Каспия. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Баку, 1966. – 20 с.
4. Ragimov D.B. Species composition, biology and stocks of goby (Gobiidae) of the western coast of the Middle and Southern Caspian. Autoref. dis. ... cand. biol. sciences. – Baku, 1966. – 20 p.
5. Чугунова, Н.И. Распределение бычков в Северном Каспии / Н.И. Чугунова // Зоологический журнал. – 1946. – т. 25, № 5. – С. 459-467.
5. Chugunova, N.I. Distribution of gobies in the Northern Caspian / N.I. Chugunova // Zoological Journal. – 1946. – vol. 25, No. 5. – Pp. 459-467.
6. Рыба бычок: калорийность на 100 г, белки, жиры, углеводы <https://bonfit.ru/kalorii/ryba-i-moreprodukty/drugaya-morskaya-ryba/kalorii-ryba-bychok/>
6. Goby fish: caloric content per 100 g, proteins, fats, carbohydrates <https://bonfit.ru/kalorii/ryba-i-moreprodukty/drugaya-morskaya-ryba/kalorii-ryba-bychok/>
7. Казанчеев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. – М.: Наука, 1981. – 168 с.
7. Kazanchev E.N. Fishes of the Caspian Sea. – M.: Nauka, 1981. – 168 p.
8. Аскеров Ф.С. Биоразнообразие. Чудесные рыбы Каспия. / Ф.С. Аскеров, Ю.Ю. Зайцев, Р.Ю. Касумов, З. Кулиев – Баку, 2001. – 164 с.
8. Askerov F.S. Biodiversity. Wonderful fishes of the Caspian Sea. / F.S. Askerov, Yu.Yu. Zaitsev, R.Yu. Kasumov, Z. Kuliiev – Baku, 2001. – 164 p.
9. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / под ред. Г.А. Судаков. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – 193 с.
9. Instructions for the collection and primary processing of materials of aquatic biological resources of the Caspian basin and their habitat / edited by G.A. Sudakov. – Astrakhan: KaspNIRKh, 2011. – 193 p.
10. Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством // под ред. Судакова Г.А. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – 119 с.
10. Methods of stock assessment, determination of ODE and possible catch of aquatic biological resources of the Caspian basin for the purpose of fisheries management // ed. Sudakova G.A. – Astrakhan: KaspNIRKh. 2011. – 119 p.
11. Правдин И. Ф. «Руководство по изучению рыб» – Москва, 1966, – С. 376
11. Pravdin I. F. "Guide to the study of fish" – Moscow, 1966, –376 p.
12. Плохинский Н.А. Биометрия. – Москва: МГУ, 1970. – С.367
12. Plokhinsky N.A. Biometrics. – Moscow: Moscow State University, 1970. – 367 p.
13. Кушнаренко А.И. Оценка численности рыб по уловам пассивными орудиями / А.И. Кушнаренко, Е.Г. Лугарев // Вопросы ихтиологии. – 1983. – Т. 23. – Вып. 6. – С. 921-926.
13. Kushnarenko A.I. Estimation of the number of fish by catches with passive tools / A.I. Kushnarenko, E.G. Lugarev // Questions of ichthyology. – 1983. – Vol. 23. – Issue 6. – Pp. 921-926.
14. Малкин Е.М. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб – Москва: ВНИРО, 1999. – 146 с.
14. Malkin E.M. Reproductive and numerical variability of commercial fish populations – Moscow: VNIRO, 1999. – 146 p.

Структура пелагических сообществ рыб Куйбышевского водохранилища, по материалам учетных съемок в 2016-2019 годах

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-46-52

Кандидат биологических наук
Ю.А. Северов – заместитель
руководителя Татарского
филиала Всероссийского
научно-исследовательского
института рыбного
хозяйства и океанографии
(«ТатарстанНИРО»), г. Казань;

Доктор биологических наук,
профессор **Ю.В. Герасимов** –
заместитель директора
по научной работе;

Кандидат биологических
наук **М.И. Базаров** –
старший научный сотрудник
лаборатории экологии рыб –
Институт биологии внутренних
вод им. И.Д. Папанина РАН РФ;

Т.А. Тележникова – заведующая
лабораторией водных
биоресурсов Татарского
филиала ФГБНУ «ВНИРО»
(«ТатарстанНИРО»), г. Казань;

Соломатин Ю.И. –
младший научный сотрудник
лаборатории экологии рыб;

Цветков А.И. – научный
сотрудник лаборатории
гидрологии и гидрохимии –
Институт биологии внутренних
вод им. И.Д. Папанина РАН РФ;

Гранин А.В. – специалист
лаборатории аквакультуры
Татарского филиала
ФГБНУ «ВНИРО»
(«ТатарстанНИРО»), г. Казань

@ object_sveta@mail.ru;
gu@ibiw.yaroslavl.ru;
Bazarov2009@gmail.com;
tamara-info@bk.ru

THE STRUCTURE OF PELAGIC FISH COMMUNITIES OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR, BASED ON THE MATERIALS OF ACCOUNTING SURVEYS IN 2016-2019

Candidate of Biological Sciences **Yu.A. Severov** – Deputy Head of the Tatar Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography ("TatarstanNIRO"), Kazan;
Doctor of Biological Sciences, Professor **Yu.V. Gerasimov** – Deputy Director for Scientific Work;
Candidate of Biological Sciences **M.I. Bazarov** – Senior Researcher
at the Laboratory of Fish Ecology –
I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences;
T.A. Telezhnikova – Head of the Laboratory of Aquatic Bioresources of the Tatar branch
VNIRO FGBNU ("TatarstanNIRO"), Kazan;
Solomatina Yu.I. – Junior researcher at the Laboratory of Fish Ecology;
Tsvetkov A.I. – Researcher at the Laboratory of Hydrology and Hydrochemistry –
I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences;
Granin A.V. – specialist of the Aquaculture laboratory of the Tatar branch
VNIRO FGBNU ("TatarstanNIRO"), Kazan

The regulation of the flow of the Volga River by the Zhigulevskaya HPS has changed the living conditions for many fish species. At the same time, the pelagial was a completely new type of biotope for the fish population. The fish population of the Kuibyshev reservoir, newly formed in the pelagial, began to have certain features inherent in this biotope. Currently, according to the results of four years of research, 18 species of fish have been noted here, belonging to 5 families, the basis of which are five species - kılka, sabrefish, bleak, pike perch and bream. It was revealed that the Volga part of the reservoir is more productive than the Kama part, and pelagic fish communities have a certain vertical distribution and migration through the water column, mainly occupying the biomass accumulation zone. The absence of a fishing fleet and the trend in the development of fishing on the reservoir casts doubt on the further rational use of aquatic biological resources in this ecological zone of the Kuibyshev reservoir.

Ключевые слова:

Куйбышевское водохранилище, пелагиаль, видовое разнообразие, распределение, тюлька

Keywords:

Kuibyshev reservoir, pelagial, species diversity, distribution, kılka

ВВЕДЕНИЕ

Экосистема Куйбышевского водохранилища прошла последовательные этапы формирования и вошла в общепринятую схему становления искусственно созданных водоемов [1]. Одновременно наблюдались и соответствующие структурные перестройки в рыбном населении водохранилища, причинами которых стали: изменение условий обитания, акклиматизационные и рыбоводные работы, случайный завоз, самопроникновение

чужеродных видов, как с севера, так и с юга [2; 3; 4].

В результате, в водохранилище на четырех основных типах биотопов (прибрежные заросли, затопленная пойма, бывшие русла рек, а также пелагиаль, располагающаяся над каждой из перечисленных зон) сформировались специфические ихтиоценозы [5]. Каждый ихтиоценоз представлен определенным составом рыбного населения, обмен энергии между ихтиоценозами сравнительно невелик.

Структура ихтиоценозов стабильна по времени, но, под действием ряда факторов, отмечаются локальные модификации отдельных ихтиоценозов [5].

При этом пелагиаль – совершенно новый тип биотопа для рыбного населения р. Волга и р. Кама и формирование, присущего ей, ихтиоценоза в Куйбышевском водохранилище растянулось на 12 лет [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОД

Сбор ихтиологического материала осуществлялся с научно-исследовательских судов (НИС): в 2018 г. – на НИС «Академик Берг» (ГосНИОРХ); в 2016-2019 гг. – на НИС «Академик Топчиев» (ИБВВ РАН) в августе – сентябре 2016-2019 гг. в утреннее, дневное, вечернее и ночное время суток. Для отлова рыбы применялись двухпластные пелагические тралы со следующими параметрами: на НИС «Академик Берг» – длина 9 м, высота 3 м, ячея в крыльях 10 мм, в сквере и кутке 3 мм, на НИС «Академик Топчиев» – длина 17,3 м, высота 1,8 м, ячея в сквере и кутке 4 мм. Необходимое заглубление трала обеспечивалось траловыми досками, с прикрепленными к ним, поводками необходимой длины, пластиковыми бочками. С НИС «Академик Берг» на каждой станции производился однократный облов водоема на горизонте 3-6 м от поверхности. С НИС «Академик Топчиев» лов на каждой станции осуществлялся дважды – в поверхностном слое – 0-2 м и повторно – в горизонте от 3-4 м до 5-10 м, в соответствии с глубиной нахождения слоя с максимальной концентрацией рыб, определенной при помощи эхолота.

Для определения координат и скорости тралений использовались данные с судовых навигаторов, параметры внешней среды фиксировались при помощи метеостанции Oregon WMR 88 (направление и скорость ветра, атмосферное давление, температура воздуха) и кондуктометра МАРК-603Э (ООО «Взор», г. Нижний Новгород) (температура воды). Дополнительно с тралениями, с НИС «Академик Топчиев», для учета численности пелагических видов рыб, осуществлялись гидроакустические съемки эхолотом Simrad EY-500.

Траловые станции равномерно распределены по всему водохранилищу и расположены на русловых участках р. Волга и р. Кама (в среднем через каждые 22 км). Продолжительность каждого учетного траления составляла 10 мин., без учета времени на постановку и выборку трала. После поднятия трала улов разбирался по видам, взвешивался, пойманные особи рыб подвергались массовым промерам и отбору регистрирующих структур для определения возраста.

Всего за 2016-2019 гг. произведено 105 тралений: в 2016 г. – 28 тралений; в 2017 г. – 18 тралений; в 2018 г. – 37 тралений; в 2019 г. – 22 траления.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Куйбышевское водохранилище – самое крупное долинное водохранилище в Европе и один из

Зарегулирование стока реки Волга Жигулевской ГЭС изменили условия существования для многих видов рыб. При этом пелагиаль стала совершенно новым типом биотопа для рыбного населения. Вновь сформировавшееся в пелагиали рыбное население Куйбышевского водохранилища приобрело определенные черты, присущие этому биотопу. В настоящее время, по результатам четырехлетних исследований, здесь отмечено 18 видов рыб, относящихся к 5 семействам, основу которых составляют пять видов – тюлька, чехонь, уклейка, судак и лещ. Выявлено, что волжская часть водохранилища более продуктивна, чем камская, а пелагические сообщества рыб имеют определенное вертикальное распределение и миграции в толще воды, в основном занимая зону аккумуляции биомасс. Отсутствие рыболовного флота и тенденции в развитии промысла на водоеме ставит под сомнение дальнейшее рациональное использование запасов водных биоресурсов данной экологической зоны Куйбышевского водохранилища.

важнейших компонентов Волжско-Камского каскада, расположено в промышленном и густонаселенном районе Среднего Поволжья, относится к водоёмам многоцелевого назначения, регулирующим более 90% водных ресурсов бассейна Волги (Куйбышевское водохранилище..., 1983, 2008). Протяженность водохранилища по Волге составляет 510 км, по Каме – 256 км [7]. Пелагическая зона в водохранилище сосредотачивает в себе основную массу воды и имеет обширную площадь. По некоторым представлениям, пелагиаль в Куйбышевском водохранилище занимает до 85% всего объема водной массы [8; 9].

Целенаправленные исследования сообществ рыб пелагической зоны Куйбышевского водохранилища, на всем протяжении времени его существования, проводились крайне эпизодически [10; 11; 12; 13; 14; 15]. Вместе с этим, данные исследования показали, что в пелагиали отмечаются как крупные промысловые концентрации, значимых в рыбохозяйственном отношении рыб, так и многочисленная молодь данных видов, и прочие малоценные виды рыб. Вследствие этого, освоение промысловых запасов рыб в открытой части Куйбышевского водохранилища в зоне мезо- и батипелагиали велось с момента создания водоема, в том числе и активными орудиями лова (оттертралы, бим-тралы), а основу уловов здесь, в первые годы после создания водохранилища, составляли лещ, синец, берш и судак [11].

К началу 70-х годов прошлого столетия, совпавших с окончанием второго этапа формирования экосистемы водохранилища – стадии «депрессии» [16], видовой состав пелагического сообщества рыб приобрел современную водохранилищную структуру – основным видом по встречаемости в научных уловах стала тюлька, а по биомассе – судак [6].

В 80-е года прошлого столетия в научно-исследовательских уловах пелагического трала в Куйбышевском водохранилище встречалось 13 видов,

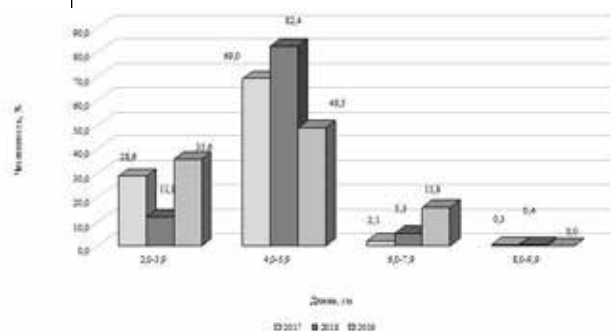


Рисунок 1. Размерный состав уловов тюльки *Clupeonella Cultriventris* в Куйбышевском водохранилище, по результатам тралений в 2017-2019 годы

Figure 1. The size composition of catches of the *Clupeonella Cultriventris* seal in the Kuibyshev reservoir, based on the results of trawling in 2017-2019

80% по численности составляла тюлька, остальные 20% были представлены, в основном, молодью промысловых и непромысловых видов рыб [15]. По данным С.В. Козловского, пелагические скопления рыб в Куйбышевском водохранилище в эти годы включали до 20 видов рыб, а их основу составляли тюлька, чехонь, уклейка и на отдельных участках – синец [14].

Исследования, проведенные в 2016-2019 гг., охватили все плесы Куйбышевского водохранилища по обеим его веткам (Камской и Волжской). В уловах в разные годы встречались от 8 до 11 видов рыб, а общее количество видов рыб, отмеченных в тралях за все годы, составило 18 и относилось к 5 семействам (табл. 1).

Ежегодно в уловах отмечались пять видов – тюлька, чехонь, уклейка, судак и лещ. Некоторые виды, такие как синец, жерех, плотва, черноморская игла-рыба, подуст, ерш, бычок-кругляк, бычок-цуцик, бычок-песочник отлавливались только в одном из исследованных лет. А волжский подуст (занесенный в Красные книги Республик Татарстан, Марий Эл, Чувашии, Ульяновской и Самарской областей) и жерех были отловлены и вовсе в единичных экземплярах за все годы исследований.

Более высоким видовым разнообразием уловов отличались волжские плесы Куйбышевского водохранилища, где за годы исследований отмечено от 7 до 11 видов, при среднем значении 9 видов. В Камском плесе в среднем вылавливалось 6 видов, с колебаниями от 5 до 7 видов. При этом именно жерех и подуст были отловлены в Камском плесе Куйбышевского водохранилища, близ с. Рыбная Слобода (Республика Татарстан), т.е. массово в уловах были представлены только 5 видов рыб.

Коэффициент видового сходства Сьеренсена [17], рассчитанный по количеству видов в уловах в волжских и Камском плесе Куйбышевского водохранилища, тем не менее, показал высокое сходство рыбного населения пелагиали этих участков – 77% (0,77).

Преобладающим, как по численности, так и по биомассе, видом в траловых уловах за все годы

исследований была тюлька. В среднем ее доля от общего улова по численности составила около 92%. По массе в уловах также преобладал этот вид (62,4%). Далее в уловах по численности следовали чехонь и уклейка, с долей 3,5% и 3,3%, соответственно. Все остальные виды, по числу отловленных особей, составили всего 1,2%.

Вторым видом по массе в уловах была чехонь (19,5%), а далее следовал лещ со средним значением 5,9%. Доля каждого из оставшихся видов не превышала 10% от общей массы; из последних можно лишь выделить судака (4,6%), жереха (4,4%) и густеру (3,9%). Достаточно многочисленна в уловах уклейка, но, представленная мелкими особями, в уловах она составила всего лишь 1,2% от общей массы выловленной рыбы.

Как следует из вышесказанного, рыба в уловах в основном была представлена особями младших возрастных групп (исключение составили лишь чехонь и тюлька). Например, размеры леща в уловах колебались от 35 до 285 мм, при средней длине $208,5 \pm 26,9$ мм. Масса отловленных лещей варьировала от 0,7 г до 510 граммов. Размерный ряд судака в уловах пелагического траля начинался с 67 мм, а максимальная длина отловленных особей составила 378 мм (средняя длина – $145,7 \pm 21,5$ мм). Минимальная масса судаков была равна 3,0 г, а максимальная – 704 граммов.

Тюлька в уловах была представлена достаточно длинным размерным рядом – минимальный размер рыб составил 13 мм, максимальный – 83 мм, при среднем значении 46 мм (медиана – 47 мм) (рис. 1). Максимальные зарегистрированные размеры тюльки в Куйбышевском водохранилище достигали 120 мм [14], а в Рыбинском – 127 мм [18]. По сведениям В.А. Кузнецова, в Куйбышевском водохранилище к весне сеголетки тюльки вырастали до 40-74 мм [16]. Средняя длина тюльки в уловах в 2017 г. составила $43,5 \pm 0,04$ мм, в 2018 г. – $48,2 \pm 0,02$ мм, а в 2019 г. – $46,4 \pm 0,05$ мм.

В Соотношениях размерных рядов тюльки в уловах 2017-2019 гг. серьезных различий не отмечалось – более половины уловов составляли рыбы длиной от 40 до 60 мм, с колебанием доли этой размерной группы в разные годы от 48,5% до 82,4%. Также относительно многочисленными оказались особи размерами от 20 до 40 мм (11,8-35,6%), которые, по всей видимости, были сеголетками. Наименьшую численность в уловах имели особи из размерной группы от 80 до 100 мм, их доля была оценена в 0,3-0,4%; а в 2019 г. особи таких размеров и вовсе отсутствовали в уловах. Оценка размерных составов тюльки за 2017-2019 гг. тестом Шапиро-Уилка на нормальность распределения особей в уловах показала, что в целом наблюдается равномерный разброс рыб по размерным группам ($SW-W = 0,95-0,97$; $p \geq 0,05$).

Было замечено, что структура уловов тюльки по различным участкам водохранилища неоднородна. На верхних участках водоема, как по волжскому, так и по камскому направлению размеры тюльки в уловах оказались более низкими, чем в нижних участках. Так, средние размеры тюльки в верховьях Камского плеса (у Нижнекамска, Ела-

Таблица 1. Видовой состав уловов пелагических тралов в Куйбышевском водохранилище в 2016-2019 годах / **Table 1.** Species composition of pelagic trawl catches in the Kuibyshev reservoir in 2016-2019

Вид	Год исследований							
	2016		2017		2018		2019	
	N, %	B, %	N, %	B, %	N, %	B, %	N, %	B, %
Тюлька <i>Clupeonella cultriventris</i>	99,46	81,2	96,35	77,76	81,45	55,23	90,54	35,29
Чехонь <i>Pelecus cultratus</i>	0,32	5,77	2,73	9,84	9,21	32,10	1,81	30,18
Уклейка <i>Alburnus alburnus</i>	0,01	0,01	0,33	0,03	8,36	3,48	4,64	2,41
Окунь <i>Perca fluviatilis</i>	-	-	-	-	0,47	0,53	0,20	3,86
Судак <i>Sander lucioperca</i>	0,08	5,57	0,26	8,82	0,29	3,74	0,20	0,56
Берш <i>S. volgensis</i>	-	-	0,03	0,70	-	-	-	-
Лещ <i>Abramis brama</i>	0,05	0,94	0,07	2,65	0,06	3,85	0,20	16,05
Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	-	-	-	-	0,03	0,01	-	-
Синец <i>Abramis ballerus</i>	0,07	1,61	-	-	-	-	-	-
Жерех <i>Aspius aspius</i>	0,01	4,36	-	-	-	-	-	-
Черноморская игла-рыба <i>Syngnatus nigrolineatus</i>	-	-	-	-	0,06	0,02	-	-
Звездчатая пуголовка <i>Benthophilus stellatus</i>	-	-	0,17	0,10	0,03	0,01	0,50	0,07
Волжский подуст <i>Chondrostoma variable</i>	-	-	-	-	0,02	0,92	-	-
Густера <i>Blicca bjoerkna</i>	0,02	0,54	-	-	0,02	0,11	0,10	10,99
Ерш <i>Gymnocephalus cernuus</i>	-	-	-	-	-	-	0,10	0,28
Бычок-кругляк <i>Neogobius melanostomus</i>	-	-	-	-	-	-	1,31	0,28
Бычок-цуцик <i>Proterorhinus marmoratus</i>	-	-	0,07	0,10	-	-	-	-
Бычок-песочник <i>Neogobius fluviatilis</i>	-	-	-	-	-	-	0,40	0,03
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100
Количество видов	8		8		11		11	
Количество семейств	3		4		5		4	

буги) в 2018 г. составляли $38,4 \pm 11,6$ мм, а в нижнем участке (с. Рыбная Слобода, г. Лаишево) – $56,2 \pm 13,8$ мм. Сравнение этих выборок тестом Стьюдента показало их достоверное отличие. Аналогичный характер изменений линейных размеров в исследуемые годы был выявлен и для уловов тюльки на разных участках волжских плесов. По всей видимости, на это влияет определенный ряд факторов, главными из которых являются более низкие биомассы зоопланктона на верхних, речных участках водохранилища и меньшая зона пелагиали, по сравнению с нижними, озерными участками водоема.

Чехонь в траловых уловах была представлена рыбами от 55 мм до 298 мм. Средняя длина чехони в уловах в 2017 г. составила $136,5 \pm 14,8$ мм, в 2018 г. – $122,2 \pm 0,4$ мм, а в 2019 г. – $144,1 \pm 15,3$ мм. Наибольшую долю в уловах всех исследуемых лет составляли молодые особи размером от 50 до 100 мм (рис. 2). Доли остальных размерных классов по годам подвержены сильной вариации, и сделать определенные выводы из их соотношений достаточно сложно.

Результаты теста Шапиро-Уилка, оценивающие нормальность распределения частот размеров отловленной чехони, показали, что в 2017 и в 2019 гг. рыбы в уловах распределены не по закону нормального распределения, и лишь

в 2018 г. распределение линейных размеров – нормально, что, по всей видимости, прежде всего, связано с количеством отловленных особей в разные годы ($SW-W_{2017}=0,67$; $SW-W_{2018}=0,89$; $SW-W_{2019}=0,73$; $p \geq 0,05$).

Поскольку видовой состав и численность рыб в траловых уловах резко отличаются, в зависимости от облавливаемого горизонта водной толщи

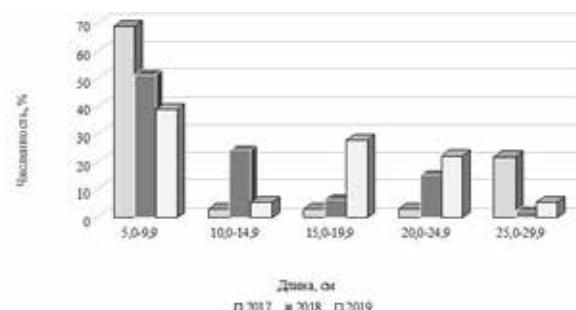


Рисунок 2. Размерный состав уловов чехони *Pelecus cultratus* в Куйбышевском водохранилище, по результатам тралений в 2017-2019 годах

Figure 2. The size composition of the catches of the Czech *Pelecus cultratus* in the Kuibyshev reservoir, according to the results of trawling in 2017-2019

Таблица 2. Видовой состав уловов, численность рыб (экз./траление, %) по поверхностным и глубинным тралениям в Куйбышевском водохранилище в зависимости от времени суток в 2018 году / **Table 2.** Species composition of catches, number of fish (ex./trawling, %) by surface and deep etching in the Kuibyshev reservoir, depending on the time of day in 2018

Вид	Поверхностные траления (0-2 м)			Глубинные траления (3-10 м)		
	Утро (06:00-12:00)	День (12:00-18:00)	Вечер (18:00-23:00)	Утро (06:00-12:00)	День (12:00-18:00)	Вечер (18:00-23:00)
	экз. на траление/ %	экз. на траление/ %	экз. на траление/ %	экз. на траление/ %	экз. на траление/ %	экз. на траление/ %
Тюлька	98,2/68,2	102,7/34,8	9,0/24,7	163,3/98,2	38,0/98,3	226,5/91,2
Чехонь	7,0/4,9	179,3/60,7	21,0/57,5	-/-	0,30/0,9	14,5/5,8
Уклейка	37,8/26,3	13,3/4,5	6,0/16,4	-/-	-/-	4,0/1,6
Окунь	0,2/0,1	-/-	-/-	2,2/1,3	-/-	1,0/0,4
Судак	0,2/0,1	-/-	-/-	0,5/0,3	0,3/0,9	2,5/1,0
Лещ	-/-	-/-	0,5/1,4	0,2/0,1	-/-	-/-
Плотва	-/-	-/-	-/-	0,2/0,1	-/-	-/-
Игла-рыба	0,5/0,4	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Звездчатая пугловка	0,2/0,1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Всего	144,0/100	295,3/100	36,5/100	166,3/100	38,7/100	248,5/100

и времени суток, было принято решение проводить анализ данных показателей с обязательной привязкой к вышеуказанным параметрам.

В ходе анализа траловых уловов за 2018 г. (как наиболее показательного по объему собранного материала) было отмечено (табл. 2), что наибольшее количество видов регистрировалось утром и вечером (9 и 6 видов, соответственно), наименьшее – днем (4 вида). Заметных различий в данном показателе относительно глубины облавливаемых горизонтов не было выявлено: в поверхностном слое воды (0-2 м) отмечено 8 видов рыб, в заглубленных (3-10 м) – 7 видов.

В поверхностных траловых уловах соотношение видов по численности значительно различалось, в зависимости от времени суток. Так, на долю тюльки в утренние часы приходилось 68,2%, в дневные – 34,8%, в вечерние (после заката) – 24,7%. В абсолютных значениях ее численность также была наиболее высокой утром и днем (в среднем, 98,2 и 102,7 экз./траление, соответственно), в то время как вечером составляла лишь 9 экз./траление. В дневные и вечерние часы основу уловов в поверхностных слоях воды составляла чехонь – 60,7 и 57,5%, соответственно; наибольшие абсолютные значения отмечались в дневное время (179,3 экз./траление). В утренние и вечерние часы заметную долю в уловах поверхностных тралений составляла уклейка – 26,3 и 16,4%, соответственно; днем – лишь 4,5%. На долю остальных видов, независимо от времени суток, приходилось не более 1,5% от общей численности.

Основу траловых уловов, полученных с глубинных горизонтов, независимо от времени суток, составляла тюлька: на ее долю в среднем приходилось 91,2-98,3% от общей численности рыб. При этом, абсолютные значения численности тюльки резко различались в разное время суток: от 38 экз./траление в дневные часы до 226,5 экз./траление – в вечерние. На долю каждого из остальных

видов приходилось не более 6% от общей численности.

В целом можно сказать, что картина распределения рыб в водной толще во многом определяется вертикальными миграциями тюльки в течение суток, которые в значительной степени повторяют динамику суточного движения зоопланктона [19]. Как отмечают некоторые специалисты [18], в Рыбинском водохранилище она занимает наиболее продуктивные биотопы пелагиали (зоны аккумуляции биомасс), концентрируясь в горизонте 2-7 м от поверхности, что подтверждается и нашими исследованиями в Куйбышевском водохранилище.

Картины распределения у чехони и уклейки заметно отличались от таковой у тюльки. Наибольшие концентрации этих видов отмечались в поверхностном слое воды, как в светлое, так и в темное время суток. Резкое падение доли и численности чехони и уклейки в более глубоких слоях воды, вероятнее всего, связано с особенностями их питания и пищевого поведения. Уклейка питается в основном фито- и зоопланктоном, а также, падающими в воду, насекомыми [16], что и определяет ее большую долю в уловах в верхних слоях воды. В условиях Куйбышевского водохранилища в составе пищевого рациона, преобладающих в уловах, размерных групп чехони (до 20 см), много зоопланктона, питается она и воздушными насекомыми [16; 20].

По уловам судака можно отметить, что этот вид в большей степени приурочен к глубине, где концентрируется тюлька (его основной пищевой объект), чем к поверхностным слоям водоема.

По оценкам прямого учета (траления и гидроакустического обследования), в русловой зоне пелагиали Куйбышевского водохранилища, как на волжских, так и на Камском плесах, отмечены крупные скопления рыбных стад. По учетным съемкам в 2018-2019 гг., в среднем на 1 га иссле-

дуемой площади по волжской части водохранилища приходилось 2396,6 экз. рыб различных видов, а их биомасса достигала 4,0 кг/га. В Камском плесе данные величины составляли, соответственно, 1287,3 экз./га и 2,77 кг/га. Как отмечалось выше, более высокая концентрация рыб в пелагиали наблюдалась на нижних участках плесов.

В настоящее время промысел рыб в обширной пелагической зоне Куйбышевского водохранилища практически не ведется. Низкая рентабельность промысла, отсутствие тралового флота и промразведки сдерживают его развитие. Основную часть рыбы, добываемой в этой зоне водохранилища, вылавливают в верховьях Волжского плеса на акватории Чувашской Республики закидными мелководными неводами в осенний период, а основной вид в уловах здесь – тюлька. За последние пять лет ее общие уловы в водохранилище колебались от 20,1 т до 123,0 тонн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спустя десятилетие после образования Куйбышевского водохранилища, в обширной зоне пелагиали сформировалось ядро пелагического комплекса рыбного сообщества, где ведущее место (в том числе на современном этапе развития экосистемы водоема) занимает тюлька. В разные годы исследований в пелагиали в уловах отмечалось от 13 до 20 видов рыб, основную долю которых занимали тюлька, чехонь, уклейка и судак.

Отмечено, что неоднородность условий обитания влияет на видовой состав и численность рыбного населения в этой зоне водохранилища – волжские плесы Куйбышевского водохранилища в видовом отношении и численности рыб более богаты по сравнению с Камским плесом, где зона пелагиали значительно меньше,

а длина данного участка короче волжских плесов в 2,2 раза.

Исследования показали, что пелагические сообщества рыб имеют определенное вертикальное распределение и миграции по толще воды: в приповерхностном слое происходит в основном нагул чехони и уклейки, тюлька же занимает более глубокие слои воды (3-7 м) – зону аккумуляции биомасс, что отмечено и для Рыбинского водохранилища.

Абсолютная численность и биомасса рыбного населения в пелагиали, полученная расчетным путем, свидетельствует о наличии здесь достаточно высоких концентраций рыб (в основном тюльки). Однако отсутствие рыболовного флота и тенденции в развитии промысла на водоеме ставят под сомнение дальнейшее рациональное использование запасов водных биоресурсов данной экологической зоны Куйбышевского водохранилища.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Вклад в работу авторов: **Ю.А. Северов** – идея работы, подготовка первичного варианта статьи; **Ю.В. Герасимов** – анализ первичного и окончательного варианта статьи, их доработка; **М.И. Базаров** – сбор и первичная обработка ихтиологического материала, анализ и правка первичного варианта статьи; **Т.А. Тележникова** – сбор и первичная обработка ихтиологического материала, подготовка базы данных; **Ю.И. Соломатин** – сбор и первичная обработка ихтиологического материала, анализ и правка первичного варианта статьи; **А.И. Цветков** – сбор и первичная обработка ихтиологического материала; **А.В. Гранин** – сбор и первичная обработка ихтиологического материала.

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Contribution to the work of the authors: **Yu.A. Severov** – the idea of the work, preparation of the primary version of the article; **Yu.V. Gerasimov** – analysis of the primary and final version of the article, their revision; **M.I. Bazarov** – collection



and primary processing of ichthyological material, analysis and editing of the primary version of the article; **T.A. Telezhnikova** – collection and primary processing of ichthyological material, database preparation, **Y.I. Solomatin** – collection and primary processing of ichthyological material, analysis and editing of the primary version of the article; **A.I. Tsvetkov** – collection and primary processing of ichthyological material; **A.V. Granin** – collection and primary processing of ichthyological material.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Решетников Ю.С. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. / Ю.С. Решетников, О.А. Попова, О.П. Стерлигова. – М.: Наука, 1982. – 248 с.
1. Reshetnikov Yu.S. Changing the structure of the fish population of the eutrophied reservoir. / Yu.S. Reshetnikov, O.A. Popova, O.P. Sterligova. – M.: Nauka, 1982. – 248 p.
2. Лукин А.В. Рыбы Среднего Поволжья. / А.В. Лукин, Г.М. Смирнов, О.Л. Платонова. – Издательство Казанского университета, 1971. – 37 с.
2. Lukin A.V. Fishes of the Middle Volga region. / A.V. Lukin, G.M. Smirnov, O.L. Platonova. – Kazan University Press, 1971. – 37 p.
3. Цыплаков Э.П. Расширение ареалов некоторых видов рыб в связи с гидростроительством на Волге и акклиматизационными работами // Вопросы ихтиологии. – 1974. – Т. 14. – Вып. 3. – С. 396-405.
3. Tsyplakov E.P. The expansion of the ranges of some fish species in connection with hydrostructure on the Volga and acclimatization works // Questions of ichthyology. – 1974. – Vol. 14. – Issue 3. – Pp. 396-405.
4. Шакирова Ф.М. Изменение видового состава и структуры рыбного населения водоёмов Среднего Поволжья (на примере Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ). / Ф.М. Шакирова, Р.Г. Таиров, Ю.А. Северов // Современное состояние биоресурсов внутренних водоёмов. Материалы докл. I Всероссийской конференции с международным участием (12-16 сентября 2011 г, Борок, Россия). – М.: АКВАРОС, 2011. – Т. 2. – С. 825-831.
4. Shakirova F.M. Changes in the species composition and structure of the fish population of the reservoirs of the Middle Volga region (on the example of the Kuibyshev and Nizhnekamsk reservoirs). / F.M. Shakirova, R.G. Tairov, Yu.A. Severov // The current state of bioresources of inland reservoirs. Materials of the dokl. I All-Russian Conference with international participation (September 12-16, 2011, Borok, Russia). – Moscow: AKVAROS, 2011. – Vol. 2. – Pp. 825-831.
5. Герасимов Ю.В. Структура ихтиоценозов водохранилища и факторы, определяющие ее динамику (на примере Рыбинского водохранилища). / Ю.В. Герасимов, С.А. Поддубный // Экологические проблемы бассейнов крупных рек. Тезисы Международной конференции. – Тольятти, 1993. – Изд. ИЭВБ РАН. – С. 64-65.
5. Gerasimov Yu.V. The structure of ichthyocenoses of the reservoir and the factors determining its dynamics (on the example of the Rybinsk reservoir). / Yu.V. Gerasimov, S.A. Poddubny // Ecological problems of large river basins. Abstracts of the International Conference. – Tolyatti, 1993. – Ed. of the IEVB RAS. – Pp. 64-65.
6. Цыплаков Э.П. Возможные уловы и рекомендации по увеличению численности рыб и регулированию их промысла // Труды Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1972. – Вып. 12. – С. 201-239.
6. Tsyplakov E.P. Possible catches and recommendations for increasing the number of fish and regulating their fishing // Proceedings of the Tatar branch of GosNIORH. – 1972. – Vol. 12. – Pp. 201-239.
7. Лукин А.В. Первые годы существования водохранилища и условия формирования в нем стада промысловых рыб. // Труды Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1958. – Вып. 8. – С. 6-33.
7. Lukin A.V. The first years of the reservoir's existence and the conditions for the formation of a herd of commercial fish in it. // Proceedings of the Tatar branch of GosNIORH. – 1958. – Issue 8. – Pp. 6-33.
8. Буторин Н.В. Особенности гидрологических процессов в мелководных зонах равнинных водохранилищ // Водные ресурсы. – 1986. – № 2. – С. 3-10.
8. Butorin N.V. Features of hydrological processes in shallow-water zones of lowland reservoirs // Water resources. – 1986. – No. 2. – Pp. 3-10.
9. Экзерцев В.А. Гидрофильная растительность / Куйбышевское водохранилище. – Л.: Наука, 1983. – С. 111-119.
9. Ekzertsev V.A. Hydrophilic vegetation / Kuibyshev reservoir. – L.: Nauka, 1983. – Pp. 111-119.
10. Гончаренко К.С. Возможности освоения открытых участков Куйбышевского водохранилища // Рыбное хозяйство. – 1962. – № 2. – С. 12-13.
10. Goncharenko K.S. Possibilities of development of open areas of the Kuibyshev reservoir // Fisheries. – 1962. – No. 2. – Pp. 12-13.
11. Гончаренко К.С. Наблюдения за распределением и концентрацией рыб в открытых участках Куйбышевского водохранилища // Известия ГосНИОРХ. – 1964. – Т. 57. – С. 92-101.
11. Goncharenko K.S. Observations on the distribution and concentration of fish in open areas of the Kuibyshev reservoir // Izvestia GosNIORH. – 1964. – Vol. 57. – Pp. 92-101.
12. Поддубный А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. – Л.: Наука, 1971. – 309 с.
12. Poddubny A.G. Ecological topography of fish populations in reservoirs. – L.: Nauka, 1971. – 309 p.
13. Цыплаков Э.П. Тюлька // Труды Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1972. – Вып. 12. – С. 175-177.
13. Tsyplakov E.P. Tyulka // Proceedings of the Tatar branch of GosNIORH. – 1972. – Vol. 12. – Pp. 175-177.
14. Козловский С.В. Экология кильки и ее роль в экосистеме Куйбышевского водохранилища. / Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Ленинград, 1987. – 23 с.
14. Kozlovsky S.V. Ecology of sprat and its role in the ecosystem of the Kuibyshev reservoir. / Autoref. diss... cand. biol. sciences. – Leningrad, 1987. – 23 p.
15. Герасимов Ю.В. Распределение и структура рыбного населения в водохранилищах Волжского каскада в 1980-е и 2010-е гг. / Ю.В. Герасимов, М.И. Малин, Ю.И. Соломатин, М.И. Базаров, С.Ю. Бражник. // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. – 2018. – Вып. 82 (85). – С. 82-106.
15. Gerasimov Yu.V. Distribution and structure of the fish population in the reservoirs of the Volga cascade in the 1980s and 2010s / Yu.V. Gerasimov, M.I. Malin, Yu.I. Solomatin, M.I. Bazarov, S.Yu. Brazhnik. // Proceedings of the I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences. – 2018. – Issue 82 (85). – Pp. 82-106.
16. Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. – Казань: Изд-во «Идел-пресс». 2005. – 207с.
16. Kuznetsov V.A. Pisces of the Volga-Kama Region. – Kazan: Publishing house "Idel-press". 2005. – 207p.
17. Sörensen T.A. Method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. kriter. – 1948. – Bd V. – № 4. – P. 1-34.
17. Sörensen T.A. Method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. kriter. – 1948. – Bd V. – No. 4. – Pp. 1-34.
18. Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология (под ред. Герасимова Ю.В.). – Ярославль: Филигрань, 2015. – 418 с.
18. Fishes of the Rybinsk reservoir: population dynamics and ecology (ed. Gerasimova Yu.V.). – Yaroslavl: Filigran, 2015. – 418 p.
19. Махотина М.К. Зоопланктон открытых участков // Труды Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1972. – Вып. 12. – С. 16-23.
19. Makhotina M.K. Zooplankton of open areas // Proceedings of the Tatar branch of GosNIORH. – 1972. – Vol. 12. – Pp. 16-23.
20. Егерева И.В. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Куйбышевского водохранилища // Труды Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1964. – Вып. 10. – С. 142-163.
20. Egereva I.V. Nutrition and nutritional relationships of fish of the Kuibyshev reservoir // Proceedings of the Tatar branch of GosNIORH. – 1964. – Issue 10. – Pp. 142-163.

Keywords:

Cheboksary reservoir, Stellate tadpole-goby, body length, body weight, age, abundance, allocation

Особенности натурализации, экологии и распределения звездчатой пуголовки *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) – адвентивного вида Чебоксарского водохранилища

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-53-57

Фотография к статье: А.А. Клевакина

Соискатель **А.В. Моисеев** – специалист;

А.А. Клевакин –

Старший специалист –
Лаборатория водных
биоресурсов Нижегородского
филиала «ВНИРО»
(«НижегородНИРО»);

доктор биологических наук,
доцент **А.А. Смирнов** –
главный научный сотрудник
отдела морских рыб Дальнего
Востока Всероссийского
научно-исследовательского
института рыбного хозяйства
и океанографии» (ФГБНУ
«ВНИРО»); профессор Северо-
Восточного государственного
университета (СВГУ)

@ almois@mail.ru;
kleola1981@mail.ru;
andrsmir@mail.ru

Ключевые слова:

Чебоксарское
водохранилище, звездчатая
пуголовка, длина тела, масса
тела, возраст, относительная
численность, распределение

FEATURES OF NATURALIZATION, ECOLOGY AND ALLOCATION OF *BENTHOPHILUS STELLATUS* (SAUVAGE, 1874) – AN INVASIVE SPECIES OF CHEBOKSARY RESERVOIR

Applicant **A.V. Moiseev** – specialist;

A.A. Klevakin – Senior Specialist –

Laboratory of Aquatic Bioresources
of the Nizhny Novgorod Branch of VNIRO (Nizhegorodniro);

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor **A.A. Smirnov** – Chief Researcher
of the Marine Fish Department of the Far East of the All-Russian Research Institute of Fisheries
and Oceanography (VNIRO); Professor of the North-Eastern State University (SVSU)

Based on materials in period from 2003 to 2018 years, the history of invasion, ecology, allocation and some biology features of the Stellate tadpole-goby in the Cheboksary reservoir are considered. A brief biological characteristic of its age and size-weight indicators, features of the distribution of the species and the dynamics of relative abundance in the temporal and spatial aspects are given.

Звездчатая пуголовка *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) – один из наименее заметных представителей видов-вселенцев понто-каспийского фаунистического комплекса, успешно натурализовавшихся в Чебоксарском водохранилище. В настоящее время, наряду с черноморско-каспийской тьюлкой и другими представителями сем. Gobiidae, пуголовка широко распространена по водохранилищу, однако, в силу экологических особенностей, распределение этого вида недостаточно изучено.

Нативным ареалом пуголовки являются лиманы и прибрежные озера Черного и Азовского морей, в Каспийском море она относительно редка. Вид приспособился к жизни в пресной воде еще в верхнетретичный период, предпочитает солоноватые и опресненные морские воды, может высоко подниматься вверх по рекам, за счет чего может активно осваивать водохранилища [1; 2; 3]. Предпочитает биотопы с песчаными или ракушечными грунтами, в реках – русловые участки

с илистыми или твердыми грунтами. Типичный короткоциклового вида, половой зрелости достигает на первом году жизни, нерест порционный, самки погибают после икрометания, самцы – после выведения молоди [1]. Ведет малоподвижный донный образ жизни, поэтому в своем питании в значительной мере зависит от наличия малоподвижных некрупных донных организмов, в первую очередь – моллюсков [2]. Предельные размеры составляют: самцов 10,7-13,5 см, самок – до 8,9-11,0 см. [2; 4]. По другим данным, полная масса тела может достигать более 23 г [3], а продолжительность жизни – до 2-3 лет [2].

В Чебоксарском водохранилище, самом молодом в Волжско-Камском каскаде, пугловка впервые была отмечена в траловых уловах озерного отдела в 2002 г., через 20 лет после наполнения [5]. Результаты ихтиологических исследований водоема, в начальный период существования водохранилища, однозначно свидетельствуют об отсутствии пугловки в исходном рыбном сообществе [11; 12; 13], в отличие, например, от другого инвазионного вида – черноморско-каспийской тюльки.

Проникновение пугловки в Чебоксарское водохранилище произошло в процессе саморасселения, что согласуется с вектором инвазии данного вида, по сведениям Ю.В. Слынько с соавторами [6]. Непосредственным донором являлась популяция Куйбышевского водохранилища, где пугловка отмечена с 1970 г. и является обычным, широко представленным видом [12]. Кроме самостоятельного расселения, одной из возможных причин появления пугловки собственно в Куйбышевском водохранилище, могла также являться бракеражная интродукция этого вида совместно с мизидами, завозившимися для улучшения кормовой базы рыб с низовьев Волги и Дона [8]. Куйбышевское

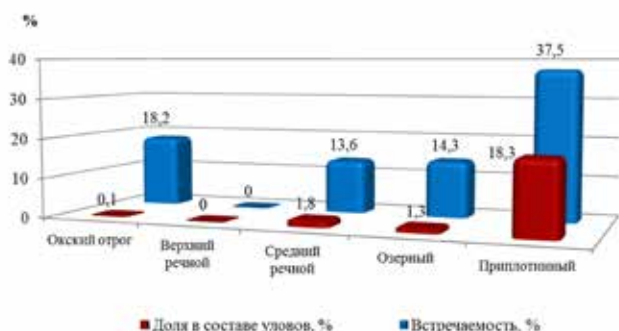


Рисунок 1. Встречаемость и доля в уловах *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) по отделам Чебоксарского водохранилища по данным уловов мелкочаеистыми орудиями лова 2003-2018 годов

Figure 1. Occurrence and share in catches of *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) by departments of the Cheboksary reservoir according to the data of catches with small-scale fishing gear 2003-2018

На основе данных 2003-2018 годов рассматривается история появления, экология, распределение и некоторые черты биологии звездчатой пугловки в Чебоксарском водохранилище. Приведена краткая биологическая характеристика и размерно-возрастные показатели, особенности распределения вида и динамика относительной численности во временном и пространственном аспекте.

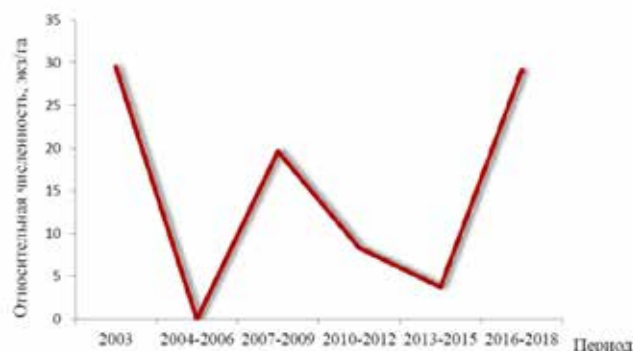


Рисунок 2. Колебания относительной численности *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) в Чебоксарском водохранилище по данным уловов мелкочаеистыми орудиями лова 2003-2018 годов

Figure 2. Fluctuations in the relative abundance of *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) in the Cheboksary reservoir according to catches of small-scale fishing gear 2003-2018

водохранилище было промежуточным резервуаром для дальнейшего распространения пугловки, как в верховья Волги, так и в р. Кама. На данный момент вид отмечен в Горьковском и Рыбинском водохранилищах [9; 10], в Нижнекамском водохранилище [7]. Результаты генетического сравнения особей из Рыбинского, Куйбышевского водохранилищ и Черного моря подтверждают гипотезу о случайной интродукции пугловки из Азово-Черноморского бассейна [9].

Чебоксарское водохранилище подразделяется на четыре отдела (сверху вниз по течению р. Волга): верхний речной, средний речной, озёрный и приплотинный. В пределах верхнего речного отдела выделяется участок р. Ока – самого крупного правобережного притока, находящийся в зоне подпора водохранилища, т.н. «Окский отрог». Каждый из отделов Чебоксарского водохранилища отличается особым комплексом абиотических условий, прежде всего – динамикой суточных колебаний и сезонной амплитудой уровней воды, скоростями течений и батиметрическими условиями.

Относительно систематических исследований особенностей распределения пугловки в различных отделах водохранилища, с применением мелкочаеистых тралов и донных ло-

вешек различных конструкций, проводились в период с 2003 по 2018 годы. В 2019-2020 гг. осуществить целенаправленное применение специализированных орудий лова не представлялось возможным, поэтому факты поимки пугловки носили спорадический характер.

В Чебоксарском водохранилище и впадающих в него крупных притоках (р. Ока) пугловка предпочитает русловые биотопы с глубинами от 4 м и более, с твёрдым либо заиленным дном, на слабом течении или при его полном отсутствии. На менее глубоких местах в период отмечалась единично. Например, в приплотинном отделе в черте г. Чебоксары предзимние скопления пугловки отмечались на глубинах 16-20 м, приуроченных к старому руслу р. Волга.

Предпочтения вида в выборе сравнительно глубоких русловых биотопов определяют особенности распределения пугловки в различных по гидрологическим условиям отделах (рис. 1).

Пугловка наиболее представлена в составе русловых сообществ трех нижних отделов водохранилища, составляя значительную долю уловов мелких, преимущественно не промысловых видов рыб в приплотинном отделе.

Характерной особенностью распределения вида является полное отсутствие на собственно речном участке р. Волга на фоне стабильной, хоть и незначительной относительной численности и встречаемости в Окском отроге, также характеризующегося речными условиями. Это связано, по-видимому, с прямым влиянием работы Нижегородского гидроузла на верхний речной отдел водохранилища, вследствие которого не формируются сочетания оптимальных для вида условий: глубины, умеренного течения, твёрдого или заиленного грунта. При этом стабильное и систематическое присутствие пугловки, в близком по гидрологическим условиям нижнем течении реки р. Ока, подтверждается результатами исследований попадания рыб в водозаборные сооружения [14].

Как и у других короткоциклового вида, динамика популяции пугловки характеризуется пиками численности с последующими резкими ее снижениями (рис. 2). Так, после обнаружения в 2002 г. и регулярной поимки в 2003 г., в последующий период 2004-2006 гг. вид на тех же местах не отмечался вообще. Резкое снижение относительной численности отмечено также для периода 2013-2015 годов.

Так как в предпочитаемых биотопах пугловка распределена неравномерно, формируя локальные скопления, для оценки распределения вида определенным интерес представляет варьирование относительной численности в пределах одного и того же отдела водохранилища (рис. 3).

С учётом коэффициента встречаемости вида в уловах, средние значения относительной численности близки к нижнему порогу диапазона ее варьирования. Даже в максимально благоприятных условиях приплотинного отдела, где встречаемость и численность вида максимальны, отмечаются многократные колебания плотности распределения.

Характеристика некоторых биологических показателей пугловки Чебоксарского водохранилища приведена в таблице 1. Пойманные экземпляры были представлены в основном особями второго года жизни, отмечена лишь одна неполовозрелая особь и две особи возраста 2 года.

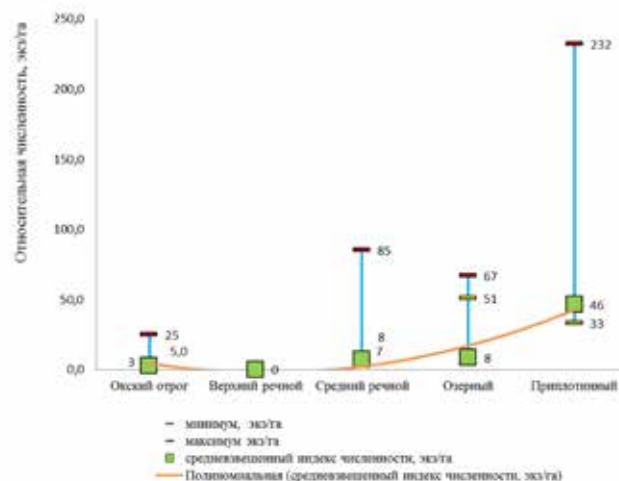


Рисунок 3. Колебания относительной численности *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) в различных отделах Чебоксарского водохранилища по данным уловов мелкочаечистых орудий лова 2003-2018 годов

Figure 3. Fluctuations in the relative abundance of *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) in various departments of the Cheboksary reservoir according to catches of small-scale fishing gear 2003-2018

Таблица 1. Линейно-весовые и популяционные характеристики звездчатой пугловки Чебоксарского водохранилища по данным 2003-2018 годов / **Table 1.** Linear-weight and population characteristics of the Stellate tadpole-goby of the Cheboksary reservoir according to the data of 2003-2018

Показатель	Минимум	Максимум	Среднее значение	Соотношение самок / самцов	Возраст	n выборки, шт.
Длина по AD, мм	25	87	49	0,8:1,2	1+	97
Полная масса тела, г	0,3	18,6	3,7			

В отличие от соседнего Куйбышевского водохранилища, предельные отмеченные размеры пугловки Чебоксарского водохранилища несколько больше. Так, по данным Е.В. Шемонаева и Е.В. Кириленко [15], максимальная зафиксированная длина вида в Куйбышевском водохранилище 70 мм, вес 3,6 граммов. Также отличалась и половая структура – в Куйбышевском водохранилище преобладают самки в соотношении 1,0:0,8 [15; 16]. При этом соотношение самок и самцов в Чебоксарском водохранилище остается близким к 1:1, как и в исходном ареале [2].

Имеются и иные сведения о линейных размерах и половой структуре популяции Чебоксарского водохранилища. Так, по данным анализа выборки пугловки из улова пелагическим тралом в среднем речном отделе водохранилища в 2007 г., указан более узкий диапазон линейных размеров особей – от 48 до 59 мм, а в половой структуре отмечены исключительно половозрелые самки [17].

Столь значительные различия в размерах особей могут объясняться источником получения ихтиологического материала. Самые крупные особи в Чебоксарском водохранилище были отмечены на водозаборных сооружениях в Окском отроге (в водоприёмных камерах), где условия обитания отличаются исключительным обилием пищи при минимальных затратах на ее добычу [14], возраст именно этих экземпляров составил 2 года. Без учета экстремально крупных особей средние размеры рыб близки к популяции Куйбышевского водохранилища. В отношении различных оценок половой структуры популяции можно предположить, что на данный момент в Чебоксарском водохранилище она не устоялась, так как вид отмечен сравнительно недавно, около 20 лет назад. Для сравнения, в Куйбышевском водохранилище пугловка имеет более чем 50-летнюю историю существования.

В питании пугловки Чебоксарского водохранилища доминируют моллюски, варьируя по массе от 50% до 80%, в зависимости от размерной группы [17; 18], что соответствует пищевым предпочтениям вида в исходном ареале и в других Волжских водохранилищах [15].

Безусловно, пугловка заняла определенную нишу в трофических взаимодействиях сообщества, являясь либо пищевым объектом для облигатных и факультативных хищников, либо конкурентом для бентосоядных видов, особенно в местах локальных скоплений, что потенциально отмечено для Куйбышевского водохранилища [15]. По сравнению с исходным ареалом, вид в целом сохранил свои пищевые предпочтения, возрастную и половую структуру, при некотором снижении предельных размеров особи, как и у ряда других инвазионных видов Чебоксарского водохранилища (черноморско-каспийской тюльки, бычка-кругляка).

Виды рода *Benthophilus* Eichwald, 1831 из-за своих незначительных размеров и скрытого образа жизни не относятся к объектам промысла,

не имеют хозяйственной ценности, в том числе и как объекты любительского рыболовства. Роль пугловки в составе рыбного населения Чебоксарского водохранилища требует дальнейшего изучения. В отличие от выраженных тенденций в распределении других массовых видов-вселенцев – сверхдоминирования черноморско-каспийской тюльки в пелагиали [19] и нарастания численности бычка-кругляка в литоральной зоне, оценить и спрогнозировать дальнейшую динамику популяции пугловки затруднительно. Эффективный облов ее популяции в условиях водохранилищ стандартными орудиями лова значительно затруднен, в связи с экологическими особенностями – сравнительно малыми размерами тела и обитанием в глубоководных русловых биотопах. Поэтому многие факты обнаружения звездчатой пугловки в Волжско-Камских водохранилищах связаны со случайной находкой, либо поимкой непредназначенными для этого орудиями лова [9; 20].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: А.В. Моисеев – идея работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи; А.А. Клевакин – сбор и анализ данных, подготовка статьи; А.А. Смирнов – подготовка и окончательная проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: A.V. Moiseev – the idea of the work, data collection and analysis, preparation of the article; A.A. Klevakin – data collection and analysis, preparation of the article; A.A. Smirnov – preparation and final verification of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. – М.: Наука. – 1964. – 550 с.
1. Svetovidov A.N. Fishes of the Black Sea. – M.: Nauka. – 1964. – 550 p.
2. Смирнов А.И. Окунеобразные (бычковые), скорпенообразные, камбалообразные, скопериобразные, удильщикообразные // Киев: Фауна Украины. – 1986. – Т. 8: Рыбы. Вып. 5. – С. 174-180.
2. Smirnov A.I. Perch-like (bull-like), scorpion-like, flounder-like, scoper-like, angler-like // Kiev: Fauna of Ukraine. – 1986. – Vol. 8: Pisces. Issue 5. – Pp. 174-180.
3. Атлас пресноводных рыб России. / Под ред. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2003. – Т. 2. – 253 с.
3. Atlas of freshwater fishes of Russia. / Edited by Yu.S. Reshetnikov. – M.: Nauka, 2003. – Vol. 2. – 253 p.
4. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – Т. 3. – С. 926-1382.
4. Berg L.S. Fresh water fishes of the USSR and neighboring countries. – M.; L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1949. – Vol. 3. – Pp. 926-1382.
5. Клевакин А.А. Аннотированный каталог рыб водоемов Нижегородской области. / А.А. Клевакин, А.Е. Минин, Ю.В. Блинов – Н.Новгород: Нижегородская лаборатория ГосНИОРХ, Комитет охраны природы и управления природопользованием Нижегородской области, 2003. – 36 с.
5. Klevakin A.A. Annotated catalog of fish reservoirs of the Nizhny Novgorod region. / A.A. Klevakin, A.E. Minin, Yu.V. Blinov – N.Novgorod: Nizhny Novgorod Laboratory GosNIORH, Committee for Nature Conservation and Environmental Management of the Nizhny Novgorod region, 2003. – 36 p.

6. Слынько Ю.В. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы / Ю.В. Слынько, Ю.Ю. Дгебуадзе, Р.А. Новицкий, О.А. Христов // Российский журнал биологических инвазий. – 2012. – № 4. – С. 74-89.
6. Slynko Yu.V. Invasions of alien fish in the basins of the largest rivers of the Ponto-Caspian basin: composition, vectors, invasive pathways and rates / Yu.V. Slynko, Yu.Y. Dgebuadze, R.A. Novitsky, O.A. Hristov // Russian Journal of Biological Invasions. – 2012. – No. 4. – Pp. 74-89.
7. Шакирова Ф.М. Роль вселенцев в изменении видового состава ихтиофауны Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ. Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ. Сб. материалов докладов Всероссийской конференции. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина – РАН, Борок, 22-26 октября 2012 г. – Ижевск, 2012. – С. 242-345.
7. Shakirova F.M. The role of the settlers in changing the species composition of the ichthyofauna of the Kuibyshev and Nizhnekamsk reservoirs. The Volga basin in the XXI century: the structure and functioning of reservoir ecosystems. Collection of materials of reports of the All-Russian Conference. Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences – RAS, Borok, October 22-26, 2012 – Izhevsk, 2012. – Pp. 242-345.
8. Цыплаков Э.П. Расширение ареалов некоторых видов рыб в связи с гидростроительством на Волге и акклиматизационными работами // Вопросы ихтиологии. – 1974. – Т. 14. Вып. 3(86). – С. 396-405.
8. Tsyplakov E.P. Expansion of the ranges of some fish species in connection with hydrostructure on the Volga and acclimatization works // Journal of Ichthyology. – 1974. – Vol. 14. Issue 3(86). – Pp. 396-405.
9. Кодухова Ю.В. 2016. Первая находка звездчатой пуголовки *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) (Actinopterygii: Gobiidae) в Рыбинском водохранилище / Ю.В. Кодухова, Е.А. Боровикова, Д.П. Карабанов // Биология внутренних вод. – № 4. – С. 94-96.
9. Kodukhova Yu.V. 2016. The first discovery of the stellate button-trap *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) (Actinopterygii: Gobiidae) in the Rybinsk reservoir / Yu.V. Kodukhova, E.A. Borovikova, D.P. Karabanov // Biology of inland waters. – No. 4. – Pp. 94-96.
10. Karabanov D.P., Pavlov D.D., Bazarov M.I., Borovikova E.A., Gerasimov Yu.V., Kodukhova Yu.V., Smirnov A.K., Stolbunov I.A. 2018. Alien species of fish in the littoral of Volga and Kama reservoirs (Results of complex expeditions of IBIW RAS in 2005–2017) // Transactions of IBIW RAS. – Issue 82(85). – Pp. 67-80.
11. Баканов А.И. Пространственное распределение рыб на глубоководных участках Чебоксарского водохранилища / А.И. Баканов, Л.К. Малинин, М.М. Сметанин, А.С. Стрельников // Биологические ресурсы Чебоксарского водохранилища. – Ленинград: ГосНИОРХ. 1987. – Вып. 267. – С. 142-149.
11. Bakanov A.I. Spatial distribution of fish in deep-water areas of the Cheboksary reservoir / A.I. Bakanov, L.K. Malinin, M.M. Smetanin, A.S. Strelnikov // Biological resources of the Cheboksary reservoir. – Leningrad: GosNIORH. 1987. – Issue 267. – Pp. 142-149.
12. Вандышева В.В. Видовой состав, урожайность и распределение молоди рыб в Чебоксарском водохранилище в первые годы его существования // Биологические ресурсы Чебоксарского водохранилища. – Ленинград: ГосНИОРХ, 1987. – Вып. 267. – С. 81-141.
12. Vandyshcheva V.V. Species composition, yield and distribution of juvenile fish in Cheboksary reservoir in the first years of its existence // Biological resources of Cheboksary reservoir. – Leningrad: GosNIORKh, 1987. – Issue 267. – Pp. 81-141.
13. Соломатин Ю.И. Рыбное население русловой части Чебоксарского водохранилища: Плотность и видовое разнообразие в 1980-е и 2010-е гг. / Ю.И. Соломатин, Ю.В. Герасимов, А.Е. Минин, В.В. Вандышева и другие // Труды ИБВВ РАН. – 2019. – Вып. 85 (88). – С. 77-83.
13. Solomatina Yu.I. Fish population of the channel part of the Cheboksary reservoir: Density and species diversity in the 1980s and 2010s / Yu.I. Solomatina, Yu.V. Gerasimov, A.E. Minin, V.V. Vandyshcheva and others // Proceedings of the IBIW RAS. – 2019. – Issue 85 (88). – Pp. 77-83.
14. Клевакин А.А. Встречаемость чужеродных видов рыб на водозаборах реки Ока, Горьковского и Чебоксарского водохранилищ / А.А. Клевакин, В.В. Логинов – Санкт-Петербург: Сборник научных трудов «Эколого-биологические особенности Чебоксарского водохранилища и водоемов его бассейна». – 2015. – С. 29-55.
14. Klevakin A.A. Occurrence of alien fish species at the water intakes of the Oka River, Gorky and Cheboksary reservoirs / A.A. Klevakin, V.V. Loginov – St. Petersburg: Collection of scientific papers "Ecological and biological features of the Cheboksary reservoir and reservoirs of its basin. – 2015. – Pp. 29-55.
15. Шемонаев Е.В. Данные о морфологии и биологии пуголовки звездчатой *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) Куйбышевского водохранилища / Е.В. Шемонаев, Е.В. Кириленко // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. – 2011. – № 5(86) – С. 182-186.
15. Shemonaev E.V. Data on the morphology and biology of the stellate starfish *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) Kuibyshev reservoir / E.V. Shemonaev, E.V. Kirilenko // Bulletin of the Samara State University. Natural Science series. – 2011. – No. 5 (86) – Pp. 182-186.
16. Семенов Д.Ю. Особенности популяционной структуры чужеродных видов рыб Куйбышевского водохранилища // Российский журнал биологических инвазий. – 2011. – № 2. – С. 151-159.
16. Semenov D.Yu. Features of the population structure of alien fish species of the Kuibyshev reservoir // Russian Journal of Biological Invasions. – 2011. – No. 2. – Pp. 151-159.
17. Касьянов А.Н. Звездчатая пуголовка *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) Чебоксарского водохранилища / А.Н. Касьянов, А.А. Клевакин // Российский журнал биологических инвазий. – 2011. – № 3. – С. 2-6.
17. Kasyanov A.N. The stellate button-trap *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) of the Cheboksary reservoir / A.N. Kasyanov, A.A. Klevakin // Russian Journal of Biological Invasions. – 2011. – No. 3. – Pp. 2-6.
18. Frolova E.A., Baynov N.G. Some data on a feeding of starry Goby *Benthophilus stellatus* Sauvage, 1874 in the Cheboksary Reservoir // The III International Symposium «Invasion of alien species in Holartic. Borok – 3». Programme and Book of Abstracts. October 5th-9th 2010, Borok; Myshkin, Print-House Publ. Co. Yaroslavl District, Russia. – 2010. – P. 45-46.
19. Моисеев А.В. Экология, состояние запаса и перспективы промысла одного из видов-вселенцев Чебоксарского водохранилища – черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultriventris* / А.В. Моисеев, Р.К. Катаев, А.А. Смирнов // Рыбное хозяйство. – 2022. – № 4. – С. 40-44. DOI 10.37663/0131-6184-2022-4-40-44
19. Moiseev A.V. Ecology, state of the reserve and prospects of fishing for one of the species-settlers of the Cheboksary reservoir – the Black Sea-Caspian seal *Clupeonella cultriventris* / A.V. Moiseev, R.K. Kataev, A.A. Smirnov // Fisheries. – 2022. – No. 4. – Pp. 40-44. DOI 10.37663/0131-6184-2022-4-40-44
20. Шакирова Ф.М. Современный состав чужеродных видов рыб Куйбышевского водохранилища и возможности проникновения новых представителей в экосистему водоема / Ф.М. Шакирова, Ю.А. Северов, В.З. Латыпова // Российский журнал биологических инвазий. – 2015. – № 3. – С. 77-98.
20. Shakirova F.M. Modern composition of alien fish species of the Kuibyshev reservoir and the possibility of penetration of new representatives into the ecosystem of the reservoir / F.M. Shakirova, Yu.A. Severov, V.Z. Latypova // Russian Journal of Biological Invasions. – 2015. – No. 3. – Pp. 77-98.

Ключевые слова:
криоконсервация,
криобанк, криопротектор,
карповые рыбы

Keywords:
cryopreservation, cryobank,
cryoprotectant, cyprinid fishes

Оптимизированные технологии крупномасштабной криоконсервации спермы карповых рыб

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-58-66

Кандидат химических наук

О.Б. Докина – ведущий
научный сотрудник;

кандидат сельскохозяйственных
наук – **К.В. Ковалев** –
заведующий лабораторией;

Н.Д. Пронина –
главный специалист;

В.А. Миленко – специалист;
Лаборатория криобиологии
Филиала по пресноводному
рыбному хозяйству ФГБНУ
«ВНИРО» («ВНИИПРХ»);

В.Н. Коваленко – доцент
кафедры «Технология продуктов
питания и холодильная
техника» Дмитровского
рыбохозяйственного
технологического института
(филиал) ФГБОУ ВО «АГТУ»

@ olgadokina@mail.ru;
silur5@mail.ru;
proninatasha@rambler.ru

OPTIMIZED TECHNOLOGIES FOR LARGE-SCALE CRYOPRESERVATION OF CYPRINIDS SPERM

Candidate of Chemical Sciences **O.B. Dokina** – Leading Researcher;

Candidate of Agricultural Sciences - **K.V. Kovalev** – Head of the laboratory;

N.D. Pronina – Chief Specialist;

V.A. Milenko – Specialist;

Laboratory of Cryobiology of the Freshwater Fisheries Branch of the *VNIRO Federal State Budgetary Institution ("VNIIPRH")*;

V.N. Kovalenko – Associate Professor of the Department of Food Technology and Refrigeration Technology of the *Dmitrov Fisheries Technological Institute (branch) of the AGTU*

The need for optimization of technologies of fish sperm cryopreservation is conditioned by instability of fresh sperm quality. Presented protocols of cyprinids sperm cryopreservation have been optimized following the results of experiments carried out on varied-quality biomaterial. These protocols ensure with high effectiveness both freezing big volumes of sperm under laboratory and field conditions. Effectiveness of the protocol with two-stage freezing regime in addition has been confirmed by results of cryopreservation of cyprinids sperm samples for addition to the collection of low-temperature gene bank of VNIIPRKH for the last four years.

ВВЕДЕНИЕ

Криотехнологии, получившие широкое распространение во всем мире, стали незаменимым инструментом для сохранения и восстановления генетического разнообразия видов.

В самом крупном в России низкотемпературном генетическом банке Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») разработаны

и успешно применяются высокоэффективные технологии криоконсервации спермы осетровых и карповых рыб, которые, в случае использования половых продуктов высокого качества, обеспечивают сохранение оплодотворяющей способности замороженной спермы на уровне нативной [1]. Образцы криоконсервированной спермы из коллекции криобанка часто используются в рыбохозяйственной

практике для получения потомства в отсутствие зрелых самцов, восстановления редких и исчезающих видов, получения промышленных гибридов, в других селекционных исследованиях.

Тем не менее, потребность в оптимизации технологий криоконсервации спермы рыб остается актуальной в связи с непостоянством качества используемой нативной спермы, обусловленным влиянием окружающей среды и условий содержания производителей на процесс сперматогенеза.

Данная работа является продолжением ранее проведенного исследования, публикация результатов которого содержала также краткую историю разработки и детальный обзор способов криоконсервации спермы карповых рыб, применяемых в мировой практике в последние два десятилетия [2].

Представляемые протоколы криоконсервации спермы карповых рыб, оптимизированные на основании результатов экспериментов, проведенных на материале разного качества, обеспечивают с высокой эффективностью как замораживание больших объемов спермы в лабораторных и полевых условиях, так и быстрый сбор образцов в условиях экспедиции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сперму и икру карповых рыб, выращенных в опытно-селекционно-племенном хозяйстве «Якоть» «ВНИИПРХ», получали в соответствии с действующими нормативами [3]. Объектами исследования были: сперма и икра сазана амурского, сазана волжского, карпа линейного, карпа московского чешуйчатого, карпа московского разбросанного, карпа загорского чешуйчатого.

Транспортировка половых продуктов осуществлялась при температуре 1-5°C в термосумке с хладоэлементами. Качество нативной спермы, после ее активации технологической водой, оценивалось по подвижности, определяемой под микроскопом (Микромед-3 LED M, Микромед, Россия) при увеличении в 300-400 раз по процентному отношению клеток с прямолинейно поступательным движением к общему количеству клеток в поле зрения. В экспериментах использовались образцы спермы с подвижностью от 50 до 100%.

Перед криоконсервацией, охлажденная до 10-12°C, сперма разбавлялась охлажденной до той же температуры экспериментальной криозащитной средой в объемном отношении 1:1 или 1:2. Среда добавлялась к сперме по каплям при непрерывном перемешивании. Полученная суспензия (сперма+криозащитная среда) разливалась в криопробирки объемом 1,5 мл, которые сразу или после эквilibрации в течение 0-70 минут устанавливались вертикально на диск из фольгированного гетинакса с отверстиями для пробирок, снабженный датчиком (АТТ-2006, Актаком, Россия), регистрирующим температуру спермы в пробир-

Потребность в оптимизации технологий криоконсервации спермы рыб обусловлена непостоянством качества используемой нативной спермы. Представленные протоколы криоконсервации спермы карповых рыб, оптимизированные на основании результатов экспериментов, проведенных на биоматериале разного качества, обеспечивают с высокой эффективностью замораживание больших объемов спермы как в лабораторных, так и полевых условиях. Эффективность протокола с двухэтапным режимом замораживания дополнительно подтверждена результатами криоконсервации образцов спермы карповых рыб для пополнения коллекции низкотемпературного генетического банка ВНИИПРХ в течение последних четырех лет.

ке. Сперма карповых рыб замораживалась в парах жидкого азота (LN_2) при постепенном погружении диска в криогенную ёмкость с LN_2 по следующей программе: I этап: от +10 до -15°C со скоростью 1-2°C/мин; II этап: от -15 до -196°C с плавно увеличивающейся скоростью до 15-20°C/мин. В упрощенном протоколе криоконсервации замораживание криопробирок с разбавленной спермой осуществлялось в парах LN_2 на полистироловой рамке с прикрепленной к ней фольгой («плотике»), плавающим на поверхности LN_2 в полистироловом ящике, в течение 10-25 минут. После хранения в LN_2 в течение 0,5-3 ч, размораживание пробирок с криоконсервированной спермой проводилось в водном термостате (BIO WB-4Ms, BIOSAN, Латвия) при температурах 30-50°C в течение 45-75 секунд.

Оценка эффективности использованных экспериментальных криозащитных сред и технологических параметров протоколов проводилась путем определения подвижности и оплодотворяющей способности криоконсервированной спермы. Подвижность оттаявшей спермы, после ее активации 0,1%-ным раствором гидрокарбоната натрия (сода), определялась таким же образом, как подвижность нативной спермы. Оплодотворение икры в лабораторных условиях осуществлялось на чашках Петри в трехкратной повторности. Размороженная сперма, разбавленная активатором в объемном отношении 1:100 (одна пробирка, содержащая 1,5 мл суспензии, т.е. 0,75 мл спермы, на 75 мл активирующего раствора), выливалась на икру (100-150 шт.) при одновременном рассеивании икры колонковой кисточкой по дну чашки. Через 1 мин. икра промывалась водой и помещалась в термостат (MIR-254, SANYO, Япония) для инкубации при температуре 20°C. Процент оплодотворения определялся на стадии гастролы. Контролем при оплодотворении служила нативная сперма.

Для приготовления криозащитных сред использовались следующие реактивы: сахароза

(SIGMA, США), α -D-глюкоза (SERVA, Германия), инозитол (ACROS ORGANICS, США), метанол (БЕКТОН, Россия), этиленгликоль, хлорид натрия, хлорид калия (ЛАВЕРНА, Россия).

Расчет доверительных интервалов для средних значений процента развития оплодотворенной икры, при уровне значимости 5%, проводился с помощью надстройки статистического анализа данных MS Excel «Анализ данных».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В любой технологии криоконсервирования ключевую роль, в обеспечении сохранения жизнеспособности и оплодотворяющей способности клеток, играет состав используемой криозащитной среды. Поэтому оптимизация протокола криоконсервации спермы карповых рыб, применяемого нами в последние пять лет [1], предполагала вначале выявление наиболее эффективного состава и концентраций компонентов, разработанной ранее, сре-

ды, которая в водном растворе 0,1% сахарозы и 0,35% хлорида натрия содержала два проникающих криопротектора: метанол и этиленгликоль в пределах концентраций, соответственно, 20-24% и 3-6% (в массовых долях) [2]. Наиболее высокое защитное действие среды наблюдалось при совместном использовании этих спиртов, что свидетельствовало о проявлении эффекта синергизма. Результаты проведенных опытов по оптимизации состава этой среды, в которых сравнивалось действие конкретных концентраций данных криопротекторов, а также природы и концентраций различных сахаров и солей (выбранных на основании анализа литературных сведений о составе наиболее эффективных разбавителей для спермы карповых рыб [4-6]), сведены в таблицу 1. Действие опытных сред сравнивалось по наиболее достоверному показателю – проценту оплодотворения икры криоконсервированной спермой. Подвижность размороженной спермы, как показатель жизнеспособности клеток в целом, составляющая в среднем 15-30%, не всегда коррелировала как с процентом оплодотворения ею икры, так и с подвижностью нативной спермы.

В опыте 1 по замораживанию смеси спермы высокого качества, собранной от пяти самцов сазана амурского (подвижность нативной спермы составляла 100%), лучшие результаты оплодотворения икры криоконсервированной спермой (90-91%) были получены при использовании сред с приблизительно одинаковой осмоляльностью, содержащих как 0,35% NaCl, так и 0,3% KCl в растворе 0,1% сахарозы с различными процентными соотношениями метанола и этиленгликоля в вышеупомянутых пределах концентраций (среды №№ 31, 20 и 65). Почти также эффективны (84-89% оплодотворения икры) были подобные среды на основе 3,5% глюкозы. При исключении сахаров из состава растворов, более сильное снижение криозащитного действия наблюдалось для сред, содержащих 0,3% KCl по сравнению с 0,35% NaCl. Удаление и сахаров, и солей приводило к резкому падению криозащитных свойств, что подтверждало необходимость присутствия этих веществ в среде.

Опыт 2 по криоконсервации смеси спермы невысокого качества, собранной от четырех самцов карпа линейного (подвижность нативной спермы составляла около 70%), показал целесообразность увеличения концентрации сахара в среде только в случае отсутствия в ней соли, причем более предпочтительным было присутствие 3,5% сахарозы по сравнению с 3,5% глюкозы. И, в целом, все среды на основе сахарозы проявляли немного более сильные криозащитные свойства, чем их аналоги с теми же концентрациями глюкозы.

В опыте 3, проведенном на индивидуальной сперме двух самцов карпа московского чешуйчатого с подвижностью 100%, было показано отсутствие необходимости в повыше-

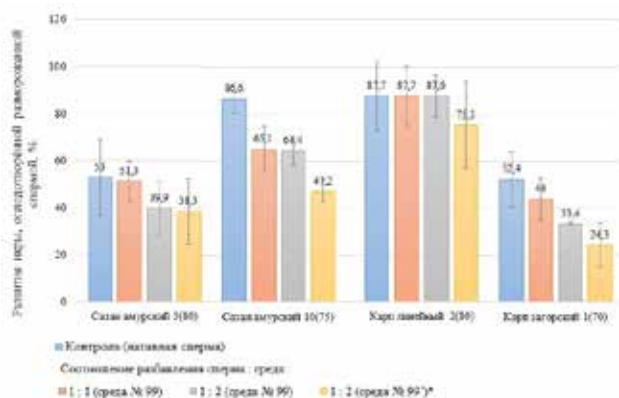


Рисунок 1. Влияние соотношения разбавления спермы средой на результаты криоконсервации (время эквilibрации суспензии сперма+среда 0-5 мин, замораживание на диске, температура оттаивания замороженной спермы – 40°C, время оттаивания – 60 сек). Среда No 99' содержит в водном растворе 0,375% сахарозы, 0,263% NaCl, 15% метанола и 4,5% этиленгликоля. При разбавлении спермы средой No 99' в соотношении 1:2 концентрации компонентов в получаемой суспензии сохраняются теми же, что при разбавлении средой No 99 в соотношении 1:1.

Figure 1. Influence of dilution ratio (sperm+protective medium) on cryopreservation results (equilibration time of sperm: protective medium suspension – 0-5 min, freezing on the disk, thawing temperature of frozen sperm – 40°C, thawing time – 60 s). The medium N 99' is aqueous solution consisting of 0,375% sucrose, 0,263% NaCl, 15% methanol and 4,5% ethylene glycol. By dilution of sperm with medium N 99' in dilution ratio 1:2, suspension components concentrations are kept the same as by dilution with medium N 99 in dilution ratio 1:1.

Таблица 1. Влияние состава криозащитной среды на оплодотворяющую способность размороженной спермы / **Table 1.** Influence of protective medium composition on post-thawed sperm fertility

№ опыта, вид рыбы, подвижность нативной спермы	№ среды*	Состав среды (массовая доля компонентов в водном растворе, %)							Оплодотворение икры размороженной спермой		
		сахара- роза	глю- коза	ино- зит	NaCl	KCl	метанол	этилен гликоль	средний % развития	% от контроля	
1 Сазан амурский (смесь спермы 5 самцов) 100%	19	0,1			0,35		24	6	86,4 ± 7,5	117,5	
	31	0,1			0,35		24	3	90,1 ± 6,5	122,6	
	20	0,1			0,35		20	6	91,1 ± 2,0	123,9	
	38	0,1			0,35		20	3	86,9 ± 15,2	118,2	
	61		3,5		0,35		24	6	88,0 ± 10,0	119,7	
	62		3,5		0,35		24	3	84,3 ± 11,2	114,6	
	63		3,5		0,35		20	6	86,5 ± 15,1	117,7	
	64		3,5		0,35		20	3	87,7 ± 13,8	119,3	
	65	0,1				0,3	24	6	90,0 ± 11,3	122,4	
	66	0,1				0,3	24	3	61,2 ± 22,5	83,3	
	67	0,1				0,3	20	6	71,6 ± 12,9	97,4	
	68	0,1				0,3	20	3	71,1 ± 12,2	96,7	
	70		3,5			0,3	24	6	88,0 ± 14,9	119,8	
	71		3,5			0,3	24	3	85,7 ± 6,8	116,6	
	72		3,5			0,3	20	6	89,9 ± 5,6	122,4	
	73		3,5			0,3	20	3	87,7 ± 1,2	119,3	
	74				0,35		24	6	83,2 ± 22,7	113,2	
	75				0,35		20	6	79,6 ± 3,2	108,3	
	76					0,3	24	6	53,0 ± 38,4	72,1	
	77					0,3	20	6	62,1 ± 44,8	84,4	
78						24	6	17,0 ± 20,6	23,1		
79						20	6	12,0 ± 7,5	16,3		
		контроль							73,5		
2 Карп линейный (смесь спермы 4 самцов) 70%	20	0,1			0,35		20	6	57,6 ± 38,7	116,8	
	38	0,1			0,35		20	3	38,6 ± 7,3	78,3	
	87	1,5			0,35		20	6	60,5 ± 10,2	122,7	
	88	1,5			0,35		20	3	53,1 ± 13,5	107,7	
	89	3,5			0,35		20	6	58,3 ± 23,5	118,2	
	90	3,5			0,35		20	3	61,9 ± 24,1	125,5	
	91		0,1		0,35		20	6	50,7 ± 32,6	102,9	
	92		0,1		0,35		20	3	37,2 ± 25,4	75,5	
	93		1,5		0,35		20	6	44,8 ± 3,3	90,9	
	94		1,5		0,35		20	3	47,1 ± 16,5	95,5	
	63		3,5		0,35		20	6	48,1 ± 18,4	97,5	
	64		3,5		0,35		20	3	49,5 ± 10,8	100,4	
	83	0,1					20	6	1,7 ± 2,0	3,4	
	95	1,5					20	6	12,7 ± 25,5	25,7	
	96	3,5					20	6	42,3 ± 17,5	85,9	
	97		0,1				20	6	3,1 ± 8,8	6,3	
	98		1,5				20	6	32,8 ± 6,5	66,6	
	85		3,5				20	6	33,5 ± 6,9	67,9	
			контроль							49,3 ± 11,3	
	3 Карп московский чешуйчатый (самец 1) 100%	20	0,1			0,35		20	6	91,0 ± 5,1	108,9
99		0,5			0,35		20	6	93,5 ± 7,8	111,8	
87		1,5			0,35		20	6	93,1 ± 12,7	111,4	
89		3,5			0,35		20	6	91,5 ± 2,4	109,5	
91			0,1		0,35		20	6	88,6 ± 8,9	106,0	
100			0,5		0,35		20	6	91,9 ± 14,8	110,0	
93			1,5		0,35		20	6	89,6 ± 10,0	107,2	
63			3,5		0,35		20	6	87,2 ± 9,7	104,3	
101				0,1	0,35		20	6	84,8 ± 2,3	101,5	
102				0,5	0,35		20	6	89,9 ± 11,4	107,5	
103				1,5	0,35		20	6	87,2 ± 10,1	104,4	
104				3,5	0,35		20	6	88,6 ± 4,9	106,0	
			контроль							83,6 ± 10,8	
(самец 2) 100%		20	0,1			0,35		20	6	88,1 ± 4,6	106,8
	99	0,5			0,35		20	6	90,0 ± 13,1	109,0	
	87	1,5			0,35		20	6	85,6 ± 8,4	103,7	
	89	3,5			0,35		20	6	87,9 ± 6,2	106,5	
	91		0,1		0,35		20	6	82,3 ± 9,9	99,8	
	100		0,5		0,35		20	6	87,1 ± 2,3	105,5	
	93		1,5		0,35		20	6	86,2 ± 7,7	104,4	
	63		3,5		0,35		20	6	82,5 ± 4,0	99,9	
	101			0,1	0,35		20	6	84,4 ± 16,9	102,3	
	102			0,5	0,35		20	6	89,9 ± 5,7	108,9	
	103			1,5	0,35		20	6	85,1 ± 6,0	103,1	
	104			3,5	0,35		20	6	79,3 ± 5,7	96,1	
			контроль							82,5 ± 13,7	

Таблица 1. Влияние состава криозащитной среды на оплодотворяющую способность размороженной спермы (продолжение) / **Table 1.** Influence of protective medium composition on post-thawed sperm fertility

№ опыта, вид рыбы, подвижность нативной спермы	№ среды*	Состав среды (массовая доля компонентов в водном растворе, %)							Оплодотворение икры размороженной спермой	
		сахара	глюкоза	инозит	NaCl	KCl	метанол	этиленгликоль	средний % развития	% от контроля
4 Карп МР (смесь спермы 4 самцов) 60%	105	0,5			0,35		20	3	71,7 ± 11,3	82,9
	106	1			0,35		20	3	77,7 ± 11,3	89,9
	107		0,5		0,35		20	3	84,0 ± 1,8	97,2
	108		1		0,35		20	3	69,3 ± 14,3	80,1
	109			0,5	0,35		20	3	74,8 ± 8,4	86,5
	110			1	0,35		20	3	75,1 ± 24,9	86,9
	111	0,5				0,3	20	3	83,3 ± 3,4	96,3
	112	1				0,3	20	3	79,1 ± 14,7	91,5
	113		0,5			0,3	20	3	84,4 ± 7,3	97,6
	114		1			0,3	20	3	79,1 ± 3,2	91,5
	115			0,5		0,3	20	3	80,1 ± 18,3	92,7
	116			1		0,3	20	3	82,3 ± 6,1	95,2
				контроль					86,5 ± 2,1	
5 Сазан волжский (смесь спермы 5 самцов) 95%	117	0,5			0,35		24	6	95,2 ± 4,6	95,9
	118	0,5			0,35		24	3	94,1 ± 3,4	94,8
	99	0,5			0,35		20	6	96,8 ± 4,1	97,6
	105	0,5			0,35		20	3	95,9 ± 2,4	96,6
	119		0,5		0,35		24	6	94,4 ± 5,0	95,1
	120		0,5		0,35		24	3	89,9 ± 5,7	90,6
	100		0,5		0,35		20	6	92,9 ± 11,0	93,6
	107		0,5		0,35		20	3	95,8 ± 6,2	96,5
	121	0,5				0,3	24	6	98,0 ± 5,9	98,8
	122	0,5				0,3	24	3	90,0 ± 8,1	90,7
	123	0,5				0,3	20	6	96,8 ± 3,4	97,6
	111	0,5				0,3	20	3	85,9 ± 18,5	86,6
	124		0,5			0,3	24	6	98,1 ± 4,3	98,9
	125		0,5			0,3	24	3	95,2 ± 5,3	95,9
	126		0,5			0,3	20	6	96,6 ± 4,0	97,3
113		0,5			0,3	20	3	81,0 ± 23,0	81,6	
				контроль					99,2 ± 3,3	
6 Карп загорский (смесь спермы 2 самцов) 50%	75				0,35		20	6	84,4 ± 26,1	101,6
	132					0,35	20	6	74,5 ± 32,5	89,6
	133	0,5					20	6	14,4 ± 25,7	17,3
	134		0,5				20	6	8,3 ± 10,8	10,0
	135	0,5			0,15		20	6	72,6 ± 17,4	87,3
	136	0,5				0,15	20	6	40,3 ± 20,6	48,5
	137		0,5		0,15		20	6	84,4 ± 2,7	101,6
	138		0,5			0,15	20	6	70,3 ± 30,0	84,6
	99	0,5			0,35		20	6	85,6 ± 7,3	103,0
	127	0,5				0,35	20	6	71,9 ± 25,5	86,6
	100		0,5		0,35		20	6	85,3 ± 13,9	102,6
	128		0,5			0,35	20	6	82,0 ± 25,5	98,7
	95	1,5					20	6	19,8 ± 36,0	23,8
	98		1,5				20	6	58,0 ± 44,8	69,8
	96	3,5					20	6	80,9 ± 5,6	97,4
85		3,5				20	6	88,9 ± 15,4	106,9	
				контроль					83,1 ± 15,0	
7 Сазан амурский (сперма 1 самца) 70%	19	0,1			0,35		24	6	84,7 ± 16,6	96,8
	20	0,1			0,35		20	6	75,1 ± 23,9	85,9
	139		0,1		0,35		24	6	77,1 ± 10,5	88,2
	91		0,1		0,35		20	6	78,0 ± 9,8	89,1
	117	0,5			0,35		24	6	78,4 ± 11,9	89,6
	99	0,5			0,35		20	6	85,1 ± 18,4	97,3
	119		0,5		0,35		24	6	79,3 ± 10,6	90,7
	100		0,5		0,35		20	6	82,4 ± 8,4	94,2
				контроль					87,5 ± 3,6	
8 Карп загорский чешуйчатый (смесь спермы 6 самцов) 65%	19	0,1			0,35		24	6	11,3 ± 17,9	22,0
	20	0,1			0,35		20	6	26,2 ± 7,5	51,0
	139		0,1		0,35		24	6	29,4 ± 22,1	57,2
	91		0,1		0,35		20	6	46,4 ± 28,6	90,3
	117	0,5			0,35		24	6	43,7 ± 29,7	85,0
	99	0,5			0,35		20	6	57,6 ± 22,3	112,1
	119		0,5		0,35		24	6	26,7 ± 29,8	51,9
	100		0,5		0,35		20	6	54,6 ± 35,3	106,3
	140	3,5			0,35		24	6	49,7 ± 6,2	96,8
	89	3,5			0,35		20	6	67,2 ± 25,8	130,7
	141	3,5			0,35		18	6	56,2 ± 33,1	109,3
	142	3,5			0,35		15	6	65,1 ± 44,8	126,6
	61		3,5		0,35		24	6	42,6 ± 50,0	82,8
	63		3,5		0,35		20	6	61,0 ± 21,1	118,6
	143		3,5		0,35		18	6	60,6 ± 22,2	117,8
	144		3,5		0,35		15	6	53,3 ± 28,8	103,7
				контроль					51,4 ± 17,7	

Примечание: * в таблице используется рабочая нумерация сред

нии концентрации сахаров в криозащитной среде до 3,5% при замораживании спермы высокого качества. Наиболее высокие степени оплодотворения икры оттаявшей спермой достигались при использовании сред (на основе 0,35% NaCl, 20% метанола и 6% этиленгликоля), содержащих 0,5% сахара, причем более предпочтительно сахарозы (среда № 99), чем глюкозы или инозита.

Небольшое усиление протективного действия сахаров в концентрации 0,5% (по сравнению с концентрацией 1%) в средах и с 0,35% NaCl, и с 0,3% KCl, на основе 20% метанола и 3% этиленгликоля, вновь проявилось в опыте 4 по криоконсервации смеси спермы четырех самцов карпа московского, разбросанного с подвижностью 60%. Кроме того, при использовании той же смеси спермы и среды № 99, было предпринято сравнение двух режимов замораживания: обычного, на диске и на «плотике» в течение 15 мин, которые обеспечили достижение практически одинаковой высокой степени оплодотворения икры оттаявшей спермой (средние значения, соответственно, 86,1% и 84,6%).

В опыте 5 по замораживанию смеси спермы пяти самцов сазана волжского с подвижностью 95% самые высокие результаты оплодотворения икры криоконсервированной спермой (на уровне нативного контроля) обеспечивали сочетания концентраций метанола и этиленгликоля, соответственно, 24% и 6%, а также – 20% и 6%, в средах на основе 0,5% сахара (и сахарозы, и глюкозы), как с 0,35% NaCl, так и с 0,3% KCl. Влияние природы сахаров и солей на успех криоконсервации, в данном случае, нивелировалось при получении в целом высоких показателей по оплодотворению, как это часто происходит при замораживании спермы очень хорошего качества.

Различное влияние хлоридов натрия и калия на криоустойчивость клеток проявилось в опыте 6 по замораживанию смеси спермы двух самцов карпа загорского с подвижностью 50%. Содержание NaCl в концентрациях как 0,15%, так и 0,35% в средах на основе 20% метанола и 6% этиленгликоля, как в присутствии 0,5% сахара (сахарозы или глюкозы), так и без сахаров, обеспечивало в итоге получение существенно более высоких процентов оплодотворения икры оттаявшей спермой, чем содержание KCl в тех же концентрациях. Кроме того, опыт вновь подтвердил целесообразность увеличения концентрации сахара в среде до 3,5% только в случае отсутствия в ней соли.

Выявленная предпочтительность присутствия в криозащитных средах 0,35% NaCl и 0,5% сахара опять проявилась в опыте 7 при замораживании спермы среднего качества (70% подвижных клеток), полученной от сазана амурского. При этом самое высокое протективное действие оказала среда № 99 с концентрацией метанола 20% и концентрацией этиленгликоля 6%.

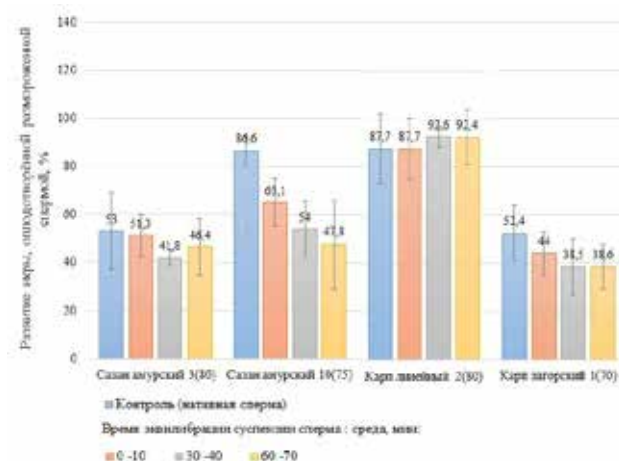


Рисунок 2. Влияние времени эквипирации суспензии сперма+среда на результаты криоконсервации (среда No 99, соотношение разбавления сперма: среда 1:1, замораживание на диске, температура оттаивания замороженной спермы – 40°C, время оттаивания – 60 сек)

Figure 2. Influence of equilibration time of sperm+protective medium suspension on cryopreservation results (medium N 99, dilution ratio sperm: protective medium 1:1, freezing on the disk, thawing temperature of frozen sperm – 40°C, thawing time – 60 s)

Это же соотношение концентраций данных криопротекторов было более эффективным по сравнению с соотношением 24% и 6% в средах на основе 0,35% NaCl, при всех испытанных концентрациях (0,1%, 0,5% и 3,5%) как сахарозы, так и глюкозы в опыте 8 по замораживанию смеси спермы шести самцов карпа загорского с подвижностью 65%.

Анализ полученных данных показывает, что самым высоким, стабильным протективным действием на сперму карповых рыб разного качества при замораживании обладает криозащитная среда № 99, содержащая в водном растворе 0,5% сахарозы, 0,35% хлорида натрия, 20% метанола и 6% этиленгликоля.

С использованием этой оптимизированной среды была предпринята проверка эффективности технологических параметров, ранее применяемого протокола криоконсервации спермы карповых рыб [1; 2], а также оценка возможности реализации упрощенного режима замораживания на «плотике», пригодного для экспедиционной работы. Результаты четырех проведенных опытов по отдельным этапам процесса криоконсервации представлены на рисунках 1-4. Опыт 1 проводился на смеси спермы трех самцов сазана амурского с 80% подвижных клеток, опыт 2 – на смеси спермы десяти самцов сазана амурского с подвижностью 75%, опыт 3 – на смеси спермы двух самцов карпа линейного с подвижностью 80%, опыт 4 – на сперме одного самца карпа загорского чешуйчатого с подвижностью 70%.

Таблица 2. Оценка качества образцов спермы карповых рыб, криоконсервированных в среде No 99, перед закладкой в криобанк / **Table 2.** Estimation of quality of cyprinids sperm samples cryopreserved with medium N 99 before putting in cryobank

Вид рыбы (дата)	Подвижность спермы, %	Подвижность спермы, %		Оплодотворяющая способность спермы, %		
		нативная	размороженная	нативная (контроль)	размороженная	% от контроля
Сазан волжский (4.06.19)	1	80	25	92,8	95,7	103,1
	2	60	25	94,1	94,9	100,9
	3	70	30	92,5	93,1	100,6
	4	70	25	90,6	85,1	93,9
	5	70	30	96,1	92,1	95,8
	6	70	20	98,0	93,0	94,9
Карп московский разбросанный (МР) (11.06.19)	7	80	30	95,7	87,9	91,8
	1	70	-	98,0	96,7	98,7
	2	80	-	90,5	96,0	106,1
	3	70	-	96,5	91,8	95,1
	4	70	-	94,6	85,7	90,6
Карп ЗУ-НК (11.06.19)	5	80	-	96,9	90,5	93,4
	1	80	-	97,6	97,1	99,5
	2	70	-	98,2	90,5	92,2
	3	80	-	97,6	89,1	91,3
Сазан волжский (9.06.20)	1961	80	15	92,3	80,8	87,5
	1947	90	20	88,9	80,0	90,0
	1957	80	20	91,8	92,7	101,0
	1940	90	15	95,0	94,4	99,4
	1944	70	15	98,3	90,7	92,3
	1953	70	20	100	96,8	96,8
	1949	60	25	93,9	90,5	96,4
	1962	70	15	95,1	89,7	94,3
Карп МР (9.06.20)	1955	70	10	92,3	94,7	102,6
	1	80	15	95,8	90,6	94,6
Карп цветной (2-7.07.20):						
красно-белый, кохаку вуалевый металлик белый вуалевый желтый	1	60	15	97,0	96,9	99,9
	2	80	15	94,9	96,1	101,3
	3	90	15	95,6	94,8	99,2
	4	90	35	96,6	94,8	98,1
Сазан амурский (20.05.21)	1	90	20	91,9	80,6	87,7
Сазан волжский (9.06.22)	3446	90	30		89,8	97,8
	1940	70	35		84,3	91,8
	1955	70	30		95,3	103,8
	1944	80	35		88,6	96,5
	1953	80	30		83,0	90,4
	3423	80	35		86,8	94,6
	1957	90	40		93,2	101,5
	3442	70	25	91,8	91,6	99,8
	1949	80	30		89,4	97,4
	3439	70	35		83,7	91,2
	1947	90	30		85,4	93,0
	1961	90	25		83,3	90,7
	1962	70	35		84,3	91,8
	3441	70	30		79,2	86,3
Карп цветной (16.06.22):						
белый металлик	1	100	30	-	97,5	-
трехцветный металлик	2	100	30	-	100,0	-
трехцветный разбросанный	3	100	30	-	97,7	-
Карп МР (17.06.22)	1	100	-		98,0	98,4
	2	100	-		96,2	96,6
	3	100	-		89,2	89,6
	4	100	-		92,3	92,7
	5	100	-		99,1	99,5
	6	100	-	99,6	98,8	99,2
	7	100	-		90,4	90,8
	8	90	-		97,9	98,3
	9	100	-		94,5	94,9
	10	100	-		96,8	97,2
Карп московский чешуйчатый (17.06.22)	1	90	-		97,7	99,5
	2	100	-		99,8	101,6
	3	90	-		98,1	99,9
	4	100	-		98,1	99,9
	5	100	-		98,1	99,9
	6	100	-	98,2	98,3	100,0
	7	90	-		100,0	101,8
	8	80	-		97,0	98,8
	9	100	-		95,0	96,7
	10	100	-		98,8	100,6
	11	100	-		96,4	98,2
	12	80	20	96,0	94,7	98,6
	13	80	30	94,2	97,0	103,0
	14	80	30	94,9	97,3	102,5
Карп цветной (22.06.22):						
золотой линейный	1	70	20	92,1	89,6	97,3
розово-оранжевый	2	90	20	93,5	93,2	99,7
розово-оранжевый разбросанный	1	70	25	97,6	95,7	98,0
розово-черный разбросанный	1	70	20	94,5	94,4	99,9
трехцветный линейный	2	70	20	94,1	94,5	100,4
трехцветный чешуйчатый	1	70	15	96,3	97,9	101,7
	1	70	20	94,4	94,3	99,9

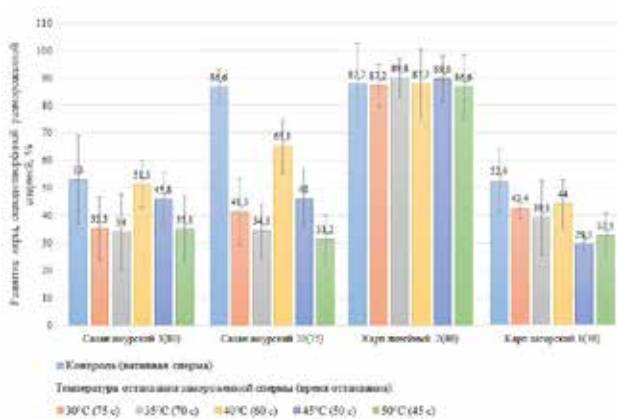


Рисунок 3. Влияние режима оттаивания на результаты криоконсервации (среда No 99, соотношение разбавления сперма: среда 1:1, время эквilibрации суспензии сперма+среда 0-5 мин, замораживание на диске)

Figure 3. Influence of thawing regime on cryopreservation results (medium N 99, dilution ratio sperm: protective medium 1:1, equilibration time of sperm+protective medium suspension – 0-5 min, freezing on the disk)

Сравнение, в обычно применяемом протоколе, различных соотношений разбавления спермы криозащитной средой № 99, при замораживании двух различных смесей спермы сазана амурского и индивидуальной спермы одного самца карпа загорского, в опытах 1, 2 и 4 показало, по результатам оплодотворения икры криоконсервированной спермой, предпочтительность использования соотношения 1:1 (рис. 1).

В тех же опытах, на следующем этапе данного протокола, было подтверждено отсутствие необходимости в длительной (30-70 мин) эквilibрации суспензии сперма+среда, как это и было установлено ранее. Согласно наблюдаемой тенденции, наибольшую оплодотворяющую способность сохраняла сперма, криоконсервированная после эквilibрации в течение 0-10 мин, т.е. заполнение криопробирок должно осуществляться сразу после разбавления спермы средой, без промедления (рис. 2).

Оптимальные технологические параметры этапа оттаивания – температура 40°C и продолжительность 60 сек – оказались такими же, как в обычно применяемом протоколе (рис. 3).

При использовании упрощенного протокола криоконсервации, на «плотике», в этих же опытах была подтверждена избыточность длительной (90-105 мин) эквilibрации суспензии сперма+среда. При продолжительности замораживания от 10 до 20 мин данный протокол обеспечивал сохранение практически такой же оплодотворяющей способности криоконсервированной спермы, как при замораживании по двухэтапной программе на диске в обычно применяемом протоколе. При этом

прослеживалась тенденция к повышению сохранности клеток при уменьшении времени замораживания до 10 мин (рис. 4).

Дополнительные испытания данного протокола, в сравнении с обычным протоколом замораживания на диске, проведенные на индивидуальной сперме высокого качества от трех самцов карпа загорского, обеспечили достижение практически одинаковой высокой степени оплодотворения икры размороженной спермой и подтвердили достаточность минимального времени замораживания (средние проценты оплодотворения для трех самцов, полученные при замораживании на диске и на «плотике» в течение 10 мин, соответственно, 92,3 и 96,2; 90,7 и 94,5; 91,0 и 92,0).

В опытах 1, 2 и 4, проведенных на сперме среднего качества, удалось установить различия во влиянии рассмотренных технологических параметров на успех криоконсервации. В опыте 3, при замораживании спермы высокого качества, эти различия были нивелированы в условиях сохранения криоконсервированной спермой такой же оплодотворяющей способности, как у нативной спермы в контроле. Тем не менее, полученные в этом опыте результаты послужили подтверждением эффективности действия оптимизированной криозащитной среды.

Эффективность данной среды, при использовании обычно применяемого протокола замораживания на диске, дополнительно иллюстрируют также результаты криоконсервации образцов спермы карповых рыб для пополнения коллекции криобанка (табл. 2).

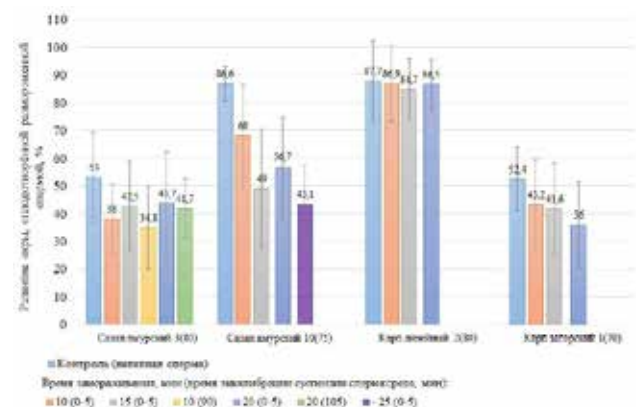


Рисунок 4. Влияние параметров замораживания на «плотике» на результаты криоконсервации (среда No 99, соотношение разбавления сперма: среда 1:1, температура оттаивания замороженной спермы – 40°C, время оттаивания – 60 сек)

Figure 4. Influence of parameters of «raft»-freezing on cryopreservation results (medium N 99, dilution ratio sperm: protective medium 1:1, thawing temperature of frozen sperm – 40°C, thawing time – 60 s)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили оптимизировать технологические параметры двух протоколов криоконсервации спермы карповых рыб, отличающихся режимами замораживания. Более предпочтительным, как в лабораторных условиях, так и в полевых, является протокол с двухэтапной программой замораживания на диске, позволяющий одновременно замораживать большой объем спермы (до 100 мл), который включает следующие этапы.

Транспортировка половых продуктов осуществляется при температуре 1-5°C в термосумке с хладоэлементами. Качество нативной спермы, после ее активации водой, оценивается по подвижности. Для криоконсервации отбираются образцы с подвижностью $\geq 60\%$.

Перед криоконсервацией, охлажденная до 10-12°C, сперма разбавляется в объемном отношении 1:1 охлажденной до той же температуры криозащитной средой, содержащей в водном растворе 0,5% сахарозы, 0,35% хлорида натрия, 20% метанола и 6% этиленгликоля (в массовых долях). Среда добавляется к сперме по каплям при непрерывном перемешивании.

Полученная суспензия сперма + криозащитная среда разливается в криопробирки объемом 1,5 мл, которые незамедлительно, без эквilibрации, устанавливаются вертикально на диск из фольгированного гетинакса с отверстиями для пробирок, снабженный датчиком, регистрирующим температуру спермы в пробирке. Замораживание криопробирок осуществляется в парах LN₂, при постепенном погружении диска в металлический сосуд с LN₂, по следующей программе: I этап: от +10 до -15°C со скоростью 1-2°C/мин; II этап: от -15 до -196°C с плавно увеличивающейся скоростью до 15-20°C/мин.

Размораживание пробирок с криоконсервированной спермой проводится в водном термостате при температуре 40°C в течение 60 секунд.

Оценка эффективности криоконсервации проводится путем определения подвижности и оплодотворяющей способности размороженной спермы.

В полевых условиях, при замораживании небольших объемов спермы, может использоваться упрощенный протокол криоконсервации, включающий эти же этапы, с тем отличием, что замораживание криопробирок с разбавленной спермой осуществляется в парах LN₂ на полистироловой рамке, с прикрепленной к ней фольгой («плотике»), плавающим на поверхности LN₂ в полистироловом ящике, в течение 10 минут.

Оптимизированные, в ходе проведенных исследований, протоколы позволят обеспечить эффективное применение метода криоконсервации спермы карповых рыб для целей сохранения водных биоресурсов и селекции в товарной аквакультуре.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **О.Б. Докина** – идея работы, участие в проведении экспериментов, подготовка статьи, **К.В. Ковалев** – участие в проведении экспериментов, окончательная проверка статьи, **Н.Д. Пронина** – участие в проведении экспериментов, **В.А. Миленко** – участие в проведении экспериментов, **В.Н. Коваленко** – статистическая обработка данных.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: O.B. Dokina – the idea of the work, participation in conducting experiments, preparation of the article, K.V. Kovalev – participation in conducting experiments, final verification of the article, N.D. Pronina – participation in conducting experiments, V.A. Milenko – participation in conducting experiments, V.N. Kovalenko – statistical processing data.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Докина О.Б. Эффективные технологии криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб / О.Б. Докина, К.В. Ковалев, Н.Д. Пронина, В.А. Миленко // Новейшие генетические технологии для аквакультуры. Мат-лы Всероссийской науч.-практ. конф. с межд. участием (Москва, 29-31 января 2020 г). – М.: «Перо», 2020. – С. 119-134.

1. Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Milenko V.A. Effective technologies of cyprinids and sturgeons sperm cryopreservation // Recent genetic technologies for aquaculture. Materials of the All-Russian scientific-practical conf. with international participation (Moscow, January 29 – 31, 2020). – Moscow, 2020. – Pp. 119-134.

2. Докина О.Б. Усовершенствованная технология криоконсервации спермы карпа в крупномасштабном криобанке / О.Б. Докина, Н.Д. Пронина, К.В. Ковалев, В.А. Миленко, Л.И. Цветкова // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 97-105.

2. Dokina O.B., Pronina N.D., Kovalev K.V., Milenko V.A., Tsvetkova L.I. Improved technology of carp sperm cryopreservation in large-scale cryobank // Fisheries. – 2019. – No 5. – Pp. 97-105.

3. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. – М.: Агропромиздат, 1986. – Т. 1. – 254 с.

3. Collection of regulatory and technological documentation on commercial fish farming. – M.: Agropromizdat, 1986. – Vol. 1. – 254 p.

4. Bernath G., Zarski D., Kása E., Staszny Á., Várkonyi L., Kollár T., Hegyi Á., Bokor Z., Urbányi B., Horváth Á. Improvement of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm cryopreservation using a programmable freezer // General and Comparative Endocrinology. – 2016. – V.237. – Pp. 78-88. DOI 10.1016/j.ygcen.2016.08.013

5. Horváth Á., Miskolczi E., Urbányi B. Cryopreservation of common carp (*Cyprinus carpio*) sperm in 1.2 and 5-ml straws and occurrence of haploids among larvae produced with cryopreserved sperm // Cryobiology. – 2007. – V.54. – Pp. 251-257. DOI 10.1016/j.cryobiol.2007.02.003

6. Horváth Á., Urbányi B. Cryopreservation of sperm of some European Cyprinids and Percids // Aquaculture America 2002, San Diego, California, January 27-30, 2002. – Book of Abstracts. – P. 300.

Культивирование спирулины (*Arthrospira platensis* (Nordst.) в воде высокоминерализованных озер степной и лесостепной зон Южного Зауралья, как новая сфера аквакультуры

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-67-70

Кандидат биологических наук
К.А. Корляков – заведующий
учебной лабораторией экологии
водных сообществ;

Кандидат биологических наук
С.М. Овчинников – доцент –
Факультет экологии,
кафедра геоэкологии
и природопользования
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

@ korfish@mail.ru;
ovch@me.com

Ключевые слова:
спирулина,
высокоминерализованные
озера, лесостепная зона

Keywords:
spirulina, highly mineralized
lakes, forest-steppe zone

**CULTIVATION OF SPIRULINA (*ARTHROSPIRA PLATENSIS* (NORDST.)
IN THE WATER OF HIGHLY MINERALIZED LAKES OF THE STEPPE
AND FOREST-STEPPE ZONES OF THE SOUTHERN TRANS-URALS,
AS A NEW FIELD OF AQUACULTURE**

Candidate of Biological Sciences **K.A. Korlyakov** – Head of the Educational Laboratory
of Ecology of Aquatic Communities;
Candidate of Biological Sciences **S.M. Ovchinnikov** – Associate Professor –
Faculty of Ecology, Department of Geoecology and Environmental Management
of the Federal State Educational Institution of Higher Education "ChelSU"

The peculiarities of the growth of spirulina (*Arthrospira platensis* (Nordst.) in water from highly mineralized lakes of the forest-steppe and steppe zones of the Southern Trans-Urals are investigated. The highest growth rates were established within the mineralization range of 3-30 g/l. The maximum mineralization values for spirulina growth were 80 g/l. pH values did not affect the intensity of spirulina growth. The longest duration of spirulina cultivation in lake water without the addition of nutrient medium was 3 months. With the addition of spirulina, the number of artemia in the water from the lake increased by one order of magnitude.

Для культивирования спирулины, используемой во многих отраслях аквакультуры, необходима питательная среда, что требует некоторых затрат на ее выращивание [11; 5; 6; 2]. Вместе с тем, обширный фонд высокоминерализованных озер степной и лесостепной зон, расположенных на юге Российской Федерации, представляет из себя малоосвоенный для рыбоводства водный ресурс [12]. В водоемах степной и лесостепной зон наблюдается тренд потепления. При испарении воды в последние засушливые годы и соответствующем повышении солености в данных водоемах наблюдается рост температуры. Культивирование спирулины обычно производится в субтропических и тропических широтах. Оптимум для роста спирулины составляет 32-35°C. Однако активный рост происходит и при 26-27°C. Целью настоящей работы являлось изучение особенностей роста спирулины в высокоминерализованных озерах Южного Зауралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2018-2022 годах. Пробы воды брали из высокоминерализованных

озер от 0,4 до 102 г/л. Водоемы подбирались с pH выше 8. Из каждого водоема брали пробы воды в объеме 5 л и донные отложения из береговой линии на глубинах 20-50 см. После чего производилось культивирование спирулины (*Arthrospira platensis* (Nordst.) в пробах воды из различных водоемов [4]. Инокулят чистой культуры вносили в объеме 3-5 мл, в зависимости от плотности культуры спирулины, выращиваемой в питательной среде. В некоторых пробах культивирование производилось в воде из озер с донными отложениями. Численность клеток спирулины определялась на микроскопе Levenhuk D2L NG с увеличением 4 и 10. Вторая линия эксперимента состояла в выкапывании ям в береговой линии высокоминерализованного озера Катаи, которые через грунт наполнялись водой, после чего в них выливали инокулят питательной среды со спирулиной в объеме 1 литр. Во втором варианте в пределах береговой линии находились, изолированные от основного водоема, лужи, ввиду высыхания, после чего в данные лужи также вносился инокулят в объеме от 100 до 1000 мл, в зависимости от объема лужи. Также проводи-

лось исследование численности артемии (*Artemia salina*), при ее развитии в воде из разных озер, при подкормке спирулиной и без [1; 3].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наибольшие результаты роста спирулины были получены в воде из озер Черное, Соленое и Денисово (табл. 1, рис. 1). Следует отметить, что уровень минерализации водоема не влиял на развитие спирулины. Так, в озере Соленое Увельского района Челябинской области минерализация составляла 3 г/л, в озере Денисово – 10 г/л и в озере Черное – 12 г/л. При этом одинаковые показатели численности клеток наблюдались и в пресном озере Фреликово и высокоминерализованном озере Катаи. Высокие показатели плотности клеток также наблюдались и при интервале pH от 8 до 9. Следует отметить, что нами подбирались озера с наиболее высокими показателями pH. В целом высокие показатели роста культуры спирулины, при различных показателях минерализации и pH, свидетельствуют о том, что главным фактором, способствующим развитию водорослей, является гидрохимический состав воды, отвечающий наиболее оптимальному составу элементов, необхо-

Исследованы особенности роста спирулины (*Arthrospira platensis* (Nordst.) в воде из высокоминерализованных озер лесостепной и степной зон Южного Зауралья. Наибольшие показатели роста установлены в пределах минерализации 3-30 г/л. Максимальные величины минерализации для роста спирулины составили 80 г/л. Показатели pH не влияли на интенсивность роста спирулины. Наибольшая продолжительность культивирования спирулины в воде из озера, без добавления питательной среды, составила 3 месяца. С добавлением спирулины численность артемии в воде из озер увеличивалась на один порядок.

димых для развития культуры. Для биотехники непрерывного культивирования спирулины использовалась вода из озера Соленое Октябрьского района Челябинской области с минерализацией 30 г/л. В воде из данного озера численность клеток колебалась от 5 до 20 штук в поле зрения. При этом культура развивалась в течение первых 3-х дней и активно воспроизводилась в емкости

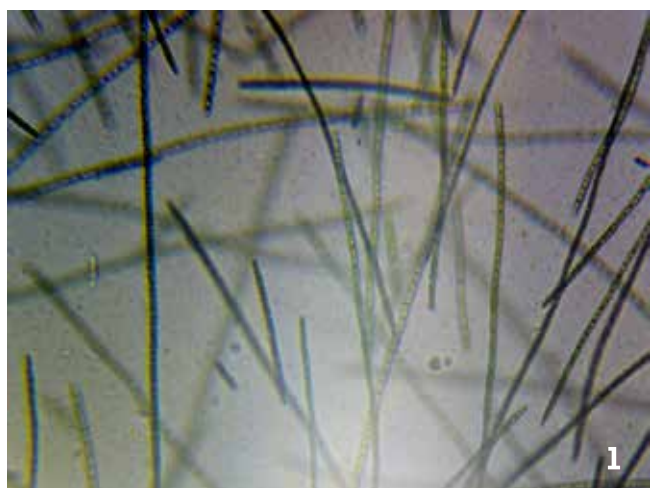


Рисунок 1. Клетки спирулины, развивающейся в воде из различных озер: 1 – Черное, 2 – Лафетное, 3 – Новомосковское (пресное), 4 – Новомосковское (соленое)

Figure 1. *Spirulina* cells developing in water from various lakes: 1 – Black, 2 – Carriage, 3 – Novomoskovskoye (fresh), 4 – Novomoskovskoye (salty)

объемом 100 мл в течение 2,5-3 месяцев. После чего численность клеток снижалась, что очевидно объясняется истощением питательных веществ, необходимых для роста культуры. Культура спирулины развивалась в воде с максимальной минерализацией 80 г/л. Данная минерализация воды была также получена из озера Соленое в ходе выпаривания.

В озере Ипоково была зафиксирована не идентифицированная синезеленая водоросль, численность которой составляла 10-15% от численности спирулины. Во всех остальных водоемах численность спирулины составляла более 98% от общей численности всех живых организмов, видимых в поле зрения микроскопа.

В лужах, расположенных на береговой зоне озера Катаи, в которые выливалась культура спирулины, численность ее клеток составляла 6-7 штук в поле зрения. Данные показатели сопоставимы с численностью клеток спирулины, развивающейся в воде из озера Катаи (табл. 1).

Численность артемий в воде из озера Соленое, с совместным культивированием спирулины, на порядок превышала численность артемии в воде из этого же озера без спирулины (рис. 2). Так, в озерах Соленое, Катаи и боратовом карьере численность артемии увеличивалась на порядок и составляла десятки экземпляров на 100 мл. Данная закономерность наблюдалась у различных размерных групп

артемии. В таблице № 2 приведены данные по артемии размером 3-4 мм. В то же время более крупные артемии размером 8-10 мм в озере Соленое, без прикормки спирулиной, характеризовались плотностью 3 экземпляра на 100 мл. В то время как с прикормкой спирулиной их плотность составляла 16 экземпляров на 100 мл. Следует отметить, что в воде из боратового карьера артемии без прикормки спирулиной не воспроизводилась и не создавала стабильные популяции. Аналогичная ситуация наблюдалась в озере Соленое. Данная закономерность позволяет по новому рассматривать высокоминерализованные водоемы в части применения новых биотехнологических циклов для культивирования артемии [7; 8; 9; 10].

Дальнейшие наши исследования планируется также свести к оценке экономических составляющих для культивирования спирулины, используемой в различных биотехнических целях, так как приготовление питательной среды для данной водоросли требует дополнительных ресурсов. Вместе с тем, высокоминерализованные водоемы не используются сферой аквакультуры, в то время как их вода может использоваться во вторичных циклах. Учитывая, что фонд соленых водоемов на юге Западно-Сибирской равнины обширный и озера эти расположены рядом с пресными водоемами, используемыми для рыбного хозяйства, открываются перспективы значительного увеличения рыб-

Таблица 1. Численность спирулины (*Arthrospira platensis*) в воде из различных водоемов / **Table 1.** The number of spirulina (*Arthrospira platensis*) in water from various reservoirs

Водоем	рН	Минерализация, г/л	Численность клеток, в поле зрения
Соленое	8	3	12
Мариничево	8,5	9	2
Горькое (пос. Спорное)	8,3	22	6
Горькое	8,7	22	2
Черное	9	12	20
Дорино	9	10	2
Ипоково	9	5	2
Новомосковское (соленое)	9	9	3
Кичкибиз	8	12	8
Большеникольское	8,5	5	3
Линейское	8,7	17	0
Фреликово	8	0,4	6
Карабай	8,3	5	5
Лафетное	9	13	1
Песчаное	8	3	2
Денисово	9	10	12
Новомосковское (пресное)	8,6	5	5
Окунево	8,5	2	4
Гаглиное	9	14	3
Катаи	9	34	6

Таблица 2. Численность артемии (*Artemia salina*) размером 3-5 мм в воде из различных водоемов с подкормкой спирулиной (*Arthrospira platensis*) и без дополнительного прикорма / **Table 2.** The number of artemia (*Artemia salina*) with a size of 3-5 mm in water from various reservoirs with spirulina (*Arthrospira platensis*) and without additional complementary feeding

Водоем	Минерализация, г/л	Без прикорма	С добавлением спирулины
Соленое	30	5	35
Боратовый карьер	80	7	28
Журавлиное	102	11	30
Катаи	34	4	15



Рисунок 2. Культура спироулины развивающаяся в питательной среде и различных озерах: 1 – контроль, 2 – озеро Черное, 3 – озеро Лафетное, 4 – озеро Новомосковское (пресное)

Figure 2. Spirulina culture developing in a nutrient medium and various lakes: 1 – control, 2 – Lake Black, 3 – lake Carriage, 4 – lake Novomoskovskoye (fresh)

ной продукции на базе культивирования водорослей. Преимущества спироулины заключаются в том, что она развивается в диапазоне минерализации от 10 и до 30 г/л, где выращивание рыбы очень затруднено или практически невозможно, также как и артемии. С помощью биотехники пастбищного культивирования спироулины можно восполнить неэксплуатируемый пробел минерализации воды в линейке продуцентов аквакультуры.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Вклад в работу авторов: **К.А. Корляков** – идея работы, подготовка введения, результатов, заключения, окончательная проверка статьи; **С.М. Овчинников** – сбор и анализ данных, перевод, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.
Contribution to the work of the authors: **K.A. Korlyakov** – the idea of the work, preparation of the introduction, results, conclusions, final verification of the article; **S.M. Ovchinnikov** – data collection and analysis, translation, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Веснина Л.В. Жабронгий рачок артемия // Рыбоводство и рыболовство. – 2002. – № 1 – С. 68.
1. Vesnina L.V. Jabronogi ratchok artemia // R. Waterblowing and R. waterblowing. – 2002. - Urga 1- P.68.
2. Каледина М.В. Спироулина как перспективная биологически активная добавка в инновационные пищевые продукты с пользой для здоровья / М.В. Каледина, А.Н. Федосова, И.А. Байдина, Н.П. Шевченко, Л.В. Волощенко // Современная наука и инновации. – 2020. – №3 (31). – С. 188-201. DOI:10.37493/2307-910X.2020.3.25
2. Kaledina M.V. Spirulina as a promising biologically active additive in the innovation of Urga pistachio Urga product Urga with half a zdorovia / m.V. Kaledina, A.N. Fedosova, I.A. Baidina, N.P. Shevchenko, L.V. Voloshchenko // contemporary science and innovation. – 2020. – №3 (31). - S. 188-201. DOI:10.37493/2307-910X.2020.3.25
3. Корляков К.А. Минерализация, pH и гидробионты среднеминерализованных, высокоминерализованных и рассольных озер Курганской и Челябинской областей / К.А. Корляков, Д.П. Ивлева // Экология, природопользование и ресурсы Урала. – 2019. – № 2 (2). – С. 10-13.
3. Korlyakov K.A. Mineralization, ph and guidrobiont.A. Korlyakov, D.P. Ivleva // Extravacology, natural sciences and resource. – 2019. – № 2 (2). – Pp.10-13.
4. Корляков К.А. Развитие спироулины *Arthrospira platensis* (Sitzenger) в воде из озер различной минерализации / К.А. Корляков, А.В. Алещенко // Ученые записки Челябинского отделения Русского ботанического общества. Вып. 4. / Ботанический сад ЧелГУ; отв. ред. В.В. Меркер. – Челябинск.: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2021. – С. 8-15.
4. Korlyakov K.A. Development spirulin aposematic (aposematic) in water across the Lake various mineralizations / K.A. Korlyakov, A.V. Aleshchenko // Scientist / notes Chelyabinsk departments Russian Botanical societies. In the extrap. 4. / Botanical Garden Chelgu; rev. V.V. Merker. - Chelyabinsk.: From Chelyabinsk. Goss. UN-Ta, 2021. – Pp. 8-15.
5. Мазо В.К. Микроводоросль спироулина в питании человека / В.К. Мазо, И.В. Гмошинский, И.С. Зилова // Вопросы питания. – 2004. – №1. – С. 45-53.
5. Maso V.K. Microalgae spirulina in Man / C.K. Maso, E.V. Gmoshinsky, I.S. Zilova // Vopros across questions. – 2004. – №1. - Pp. 45-53.
6. Никанова Л.А. Использование комплексной кормовой добавки на основе Спироулины и антиоксиданта в кормлении свиней и ее влияние на резистентность и продуктивность / Л.А. Никанова, Г.Н. Колодина, Д.А. Никанова // Техника и технологии в животноводстве. – 2019. – №4 (36). – С. 169-173.
6. Nikanova L.A. Complex Cormorant supplements based on Spirulin and antioxidant in porcine cormorants and EE effect of resistance and productivity / L.A. Nikanova, G.N. Kolodina, D.A. Nikanova // equipment and technologies in livestock breeding. – 2019. – №4 (36). – Pp. 169-173.
7. Олейникова Ф.А. Артемия – возможный объект акклиматизации в малокормных соленых водоемах // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР – Л.: Известия ГосНИОРХ. – 1975. – С. 262-264.
7. Oleinikova F.A. Artemia – Artemia is a possible object of acclimatization in low-feeding salty reservoirs // Acclimatization of fish and invertebrates in reservoirs of the USSR – L.: Izvestiya GosNIORKh. – 1975. - Pp.262-264.
8. Соловов В.П. Принципы организации артемиевого хозяйства на соленых озерах / В.П. Соловов, Т.Л. Студеникина // Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 44-46.
8. Solovov V.P. Principle Apostille organizations artemievogo hoziai on Solen Urga ozerah / V.P. Solovov, T.L. Studenikina // biological basis. Novosibirsk: Nauka, 1983. – Pp. 44-46.
9. Способ повышения общей минерализации воды в водоемах. Патент на изобретение RU 2715040 C1 / К.А. Корляков, И.А. Ларин, Д.П. Ивлева – №2019100597 заявлено 10.01.2019., опубликовано 21.02.2020, Бюллетень № 6. – 6 с.
9. The way in which the community communicates mineralization of water in the reservoir. Patent of invention .2715040... .1 / K.A. Korlyakov, I.A. Larin, D.P. Ivleva – apostille 2019100597 requested 10.01.2019., published 21.02.2020, bulletenen 6. – 6 p.
10. Способ пастбищного культивирования и разведения артемии. Патент на изобретение № 2629669 Рос. Федерация МПК51 A01K61/00 / К.А. Корляков, В.В. Шапошников, Л.Л. Лопатин, И.Л. Лопатин. – № 2016119834; заявлено 23.05.2016; опубликовано 31.08.2017, Бюллетень № 25. – 7 с.
10. The way pastbish kultivirovi and divorced artemii. Patent of invention .2629669 Russia Federation MPC51 A01K61/00/ KA. Korlyakov, V.V. Shaposhnikov, L.L. Lopatin, I.L. Lopatin. – Apostille 2016119834; requested 23.05.2016; posted 31.08.2017, bulleten to Urgant 25. – 7 p.
11. Чернова Н.И. Пищевая ценность спироулины: опыт выращивания и применения / Н.И. Чернова, С.В. Киселева, Н.М. Чернов // Вестник РАСХН. – 2001. – № 6. – С. 60-63.
11. Draft N.And. Spirulina values: op aposemat in aposematic changes and changes / N.And. Chernova, S.V. Kiselyova, N.M. Chernov // newspaper RASCHN. – 2001. – № 6. – Pp. 60-63.
12. Черняева Л.Е. Гидрохимия озер. / Л.Е. Черняева, М.Н. Еремеева – Л.: Гидропрмиздат, 1977. – 548 с.
12. Chernyaev L.Well. Hydrochemistry of Ozer. / L.Well. Chernyaev, M.N. Eremeyeva-L.: Gidropmizdat, 1977. – 548 p.

Астаксантин в составе кормов для объектов индустриальной аквакультуры

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-71-74

Кандидат биологических наук

А.Б. Ахмеджанова – ведущий инженер, доцент кафедры «Аквакультура и рыболовство» научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры», кафедры «Аквакультура и рыболовство» Астраханского государственного технического университета (ФГБОУ ВО «АГТУ»);

Доктор биологических наук, профессор

С.В. Пономарев – профессор кафедры «Аквакультура и рыболовство», заведующий научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры» Астраханского государственного технического университета (ФГБОУ ВО «АГТУ»); главный научный сотрудник центра «Аквакультура» Московского государственного университета технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ);

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Ю.В. Федоровых** – доцент кафедры «Аквакультура и рыболовство»;

Кандидат сельскохозяйственных наук **О.А. Левина** – доцент кафедры «Аквакультура и рыболовство»;

Н.В. Терганова – лаборант научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры»;

А.Н. Хисамутдинова – бакалавр кафедры «Аквакультура и рыболовство»;

В.М. Насунова – бакалавр кафедры «Аквакультура и рыболовство» –

Астраханский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «АГТУ»)

ASTAXANTHIN AS PART OF FEED FOR INDUSTRIAL AQUACULTURE FACILITIES

Candidate of Biological Sciences **A.B. Akhmedzhanova** – Leading Engineer, Associate Professor of the Department of "Aqua-culture and Fisheries" of the Scientific Research Laboratory "Sturgeon Breeding and Promising Aquaculture Facilities", Department of "Aquaculture and Fisheries" of Astrakhan State Technical University (ASTU);

Doctor of Biological Sciences, Professor **S.V. Ponomarev** – Professor of the Department of "Aquaculture and Fisheries", Head of the Research Laboratory "Sturgeon Breeding and promising Aquaculture Facilities" of Astrakhan State Technical University (FSBEI HE "AGTU"); Chief researcher of the Center "Aquaculture" of the Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky;

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Yu.V. Fedorovykh** – Associate Professor of the Department "Aqua culture and fishing";

Candidate of Agricultural Sciences **O.A. Levina** – Associate Professor of the Department "Aquaculture and Fisheries";

N.V. Terganova – laboratory assistant of the Research Laboratory "Sturgeon breeding and selective aquaculture facilities";

A.N. Hisamutdinova – Bachelor of the Department "Aquaculture and Fisheries";

V.M. Nasunova – Bachelor of the Department "Aquaculture and Fisheries fishing" – Astrakhan State Technical University (FGBOU VO "AGTU")

Modern combined feeds provide high plastic growth of fish, but their composition differs from the natural food of fish, and first – by the presence or absence of biologically active substances (BAS) of natural origin in their composition, which regulate many metabolic processes in the body. The shortage of BAS in feed, in conditions of high-intensity aquaculture and super-intensive cultivation technologies, can affect the quality of producers and their offspring. Along with vitamins and minerals, this also includes carotenoids – natural pigments contained in the natural food of fish. Carotenoids are a numerous and widespread group of pigments in nature that are part of the cells of microorganisms, algae and higher plants, as well as animal and human cells. It was found that the addition of astaxanthin 20.0 and 40.0 mg/kg to the composition of production feeds allowed increasing productivity by 22.0% and 39.2%, respectively, and to have a positive effect on the physiological state of fish.

@ aliyaakhmed14@gmail.com; kafavb@yandex.ru; jaqua@yandex.ru; levina90@inbox.ru

Ключевые слова:

природный антиоксидант, астаксантин, каротиноиды, тилапия, аквакультура, кормление, прирост, физиологическое состояние

Keywords:

natural antioxidant, astaxanthin, carotenoids, tilapia, aquaculture, feeding, growth, physiological state

ВВЕДЕНИЕ

Актуальной задачей индустриального рыбоводства является улучшение состава комбикормов и технологии кормления. При разработке состава рецептов комбинированных кормов, помимо их сбалансированности по основным питательным веществам,

значительное внимание уделяется адекватному использованию в них различных биологически активных веществ, к числу которых относятся природные пигменты каротиноиды [1].

Вопросом применения каротиноидов в аквакультуре ученые заинтересовались еще в прошлом

столетии. Он возник в связи с тем, что при выращивании лососевых рыб в искусственных условиях мясо их приобретает несвойственный бледный цвет, что делает его непривлекательным для потребителя. В природной среде яркий розовый цвет мясу лососей и других гидробионтов придает пигмент астаксантин. Планктонные организмы, особенно ракообразные, являющиеся естественной пищей многих рыб, богаты этим пигментом [2]. Астаксантин – мощнейший антиоксидант, который оказывает огромное влияние на работу всех систем и общее состояние здоровья [3]. Но такая практика не коснулась массовых теплолюбивых видов аквакультуры, таких как тилapia, у них мышечные ткани и икра не окрашиваются под действием астаксантина, а его влияние на физиологический статус рыб, а также антиоксидантные свойства так и не изучены.

Целью работы явилось изучение эффективности использования антиоксиданта астаксантина в составе комбикормов для перспективного объекта аквакультуры – мозамбикской тилпии (*Oreochromis Mossambicus*).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные работы проводили на базе Инновационного центра «Биоаквапарк – НТЦ аквакультуры» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Объектами исследования послужили годовики мозамбикской тилпии (*Oreochromis Mossambicus*).

В исследовании изучалась эффективность применения природного антиоксиданта астаксантина – торговое название «Астапед». Исследование проводили на трех экспериментальных группах. Первая группа (контроль) получала продукционный корм, сбалансированный по всем элементам питания, согласно физиологическим потребностям. Вторая группа (вариант 1) получала рацион 1-й группы с добавлением природного антиоксиданта астаксантина в количестве 20 мг/кг. Третья группа (вариант 2) получала рацион 1-й группы с добавлением природного антиоксиданта астаксантина в количестве 40 мг/кг. Кормление рыб осуществляли вручную 3 раза в светлое время суток. Суточную норму кормления определяли согласно кормовым таблицам, в зависимости от средней массы рыб и температуры воды [4].

Состояние и развитие рыб определяли по комплексу показателей, анализируя скорость увели-

Современные комбинированные корма обеспечивают высокий пластический рост рыб, однако их состав отличается от естественной пищи рыб, и в первую очередь – по наличию или отсутствию в их составе биологически активных веществ (БАВ) естественного происхождения, которые регулируют многие метаболические процессы в организме. Недостаток БАВ в кормах, в условиях высокоинтенсивной аквакультуры и суперинтенсивных технологий выращивания, может сказаться на качестве производителей и их потомства. Наряду с витаминами и минеральными веществами, сюда же относятся каротиноиды – природные пигменты, содержащиеся в естественной пище рыб. Каротиноиды – многочисленная и широко распространенная в природе группа пигментов, входящих в состав клеток микроорганизмов, водорослей и высших растений, а также клеток животных и человека. Установлено, что добавление в состав продукционных кормов астаксантина 20,0 и 40,0 мг/кг позволило увеличить продуктивность на 22,0% и 39,2%, соответственно, а также оказать положительное влияние на физиологическое состояние рыб.

чения размеров тела и наращивания мышечной массы. Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям [5], принятым в рыбоводстве, с использованием лабораторных весов Масса-К ВК-3000. Выживаемость рыб учитывали поштучным методом. Физиологическое состояние исследуемых объектов оценивали по биохимическим показателям белкового, липидного обмена (состав крови), согласно разработанным методикам [6; 7; 8; 9]. Кровь отбирали прижизненно из хвостовой вены у рыб в пробирки Эппендорфа [10]. Определяли следующие показатели: концентрацию гемоглобина фотометрически с помощью набора реактивов фирмы Агат-Мед [7], скорость оседания эритроцитов (СОЭ) на приборе Р.П. Панченкова [10]. Для измерения оптической плотности полученных проб использовали спектрофотометр Unico 2100. Результаты исследований обработаны с применением общепринятых методов биологической статистики и программы Microsoft Excel. Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента [11].

Таблица 1. Динамика роста *Oreochromis Mossambicus* (n=25) /
Table 1. Growth dynamics of *Oreochromis Mossambicus* (n=25)

Показатель	Контроль	Вариант No 1	Вариант No 2
Масса начальная, г	160,1±1,02	161,5±1,1	159,7±1,4
Масса конечная, г	222,1±1,3	236,8±1,2*	245,5±1,8*
Абсолютный прирост, г	62,09	75,75*	86,43*
Среднесуточный прирост, г	2,07	2,53*	2,88*
Среднесуточная скорость роста, %	13,0	13,8*	14,0**
Коэффициент массонакопления, ед.	0,0012	0,0014	0,0015
Продолжительность выращивания, сут.	30	30	30
Выживаемость, %	100,0	100,0	100,0

Примечание: при * p<0,05, ** p<0,001 – различия достоверны

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учитывая важное значение каротиноидов в жизнедеятельности рыб, были выполнены исследования по оценке эффективности введения их в продукционные корма для молоди мозамбикской тилапии (*Oreochromis Mossambicus*).

В исследованиях использовалась рыба массой от 150,0 г до 210,0 г, при этом коэффициент вариации не превышал 3,0%. Оценка эффективности применения природного антиоксиданта астаксантина в продукционных комбикормах показала, что наилучшие показатели роста были характерны для группы рыб, потреблявшей корма с добавлением астаксантина в количестве 40 мг/кг – вариант № 2.

Динамике темпа роста соответствовало изменение абсолютных значений. В процессе исследования выявлено, что достоверно ($p \leq 0,05$) более низкие значения прироста были характерны для рыб контрольной группы (табл. 1). В процессе эксперимента установлено, что во всех группах наблюдалась высокая интенсивность роста.

За весь период эксперимента абсолютный и среднесуточный прирост рыб опытных групп на 22,0-39,2% был выше, чем у рыб контрольной группы. Наилучший результат абсолютного прироста установлен для варианта № 2, данные показателя были выше контрольного в 1,4 раза ($p < 0,001$). Среднесуточная скорость роста в контрольной группе была ниже на 22,2-39,1%, в отличие от вариантов №1 и № 2, соответственно.

Для всех вариантов исследования условия выращивания поддерживались на оптимальном уровне, а кормление производили согласно установленным рекомендациям [4], очевидно энергетические ресурсы для выборки из контрольной группы, получаемые от комбикорма, в меньшей степени расходовались на пластический обмен. Это подтверждается более низкими данными рыбоводно-биологических показателей.

Объективно оценить состояние организма, в предложенных условиях среды, можно по физиолого-биохимическим показателям крови, которые выступают в качестве специфических индикаторов физиологических или патологических изменений организма. Результаты оценки биохимических показателей крови, при завершении экспериментов, представлены на рисунке 1. Анализ показателей красной крови не выявил существенных изменений. Достоверных различий по уровню гемоглобина у рыб контрольной и двух опытных групп не выявлено ($p > 0,05$), показатели в исследуемых группах варьировали от 72,0-83,0 г/л. Однако отмечено, что гемоглобин в крови рыб всех вариантов исследования находился на высоком уровне, а за период исследования наблюдалось повышение показателя на 10,8% и 14,3% у рыб, выращиваемых на рационе с добавлением астаксантина, что свидетельствует о положительном влиянии кормовых компонентов на обмен веществ исследуемых рыб.

Важное значение при определении функционального состояния рыб имеет скорость оседания эритроцитов (СОЭ). Показатели СОЭ в исследуемых группах варьировали от 2,2 до 4,0 мм/ч. Статистические различия по вариантам исследования были недостоверны $p > 0,05$.

Холестерин во всех вариантах эксперимента оставался в пределах нормативных значений, что свидетельствует о постоянном белковом составе плазмы крови, показатели в вариантах исследования составили от 3,0-3,5 ммоль/л и были величинами одного порядка ($p > 0,05$).

В условиях исследования незначительное увеличение (9,2%) общего сывороточного белка отмечено у рыб контрольного варианта. Наибольшие изменения произошли в крови рыб, потреблявших тестируемые корма. Уровень общего сывороточного белка увеличился ($p < 0,05$) на 27,8% и 58,5% в вариантах №1 и №2, соответственно. Подобная динамика отвечает данным по темпу роста. Учитывая, что рацион трех экспериментальных групп рыб содержал оптимальное количество аминокислот, которое соответствует потребностям текущего периода жизни, показатели белкового состава сыворотки крови условно можно считать нормальными.

Таким образом, показатели белкового и липидного обменов во всех трех вариантах эксперимента находились в пределах нормативных значений, а динамика изменений согласуется с рыбоводно-биологическими данными.

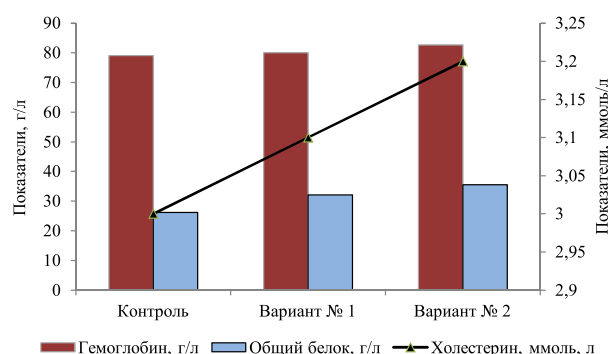


Рисунок 1. Физиолого-биохимические показатели *Oreochromis Mossambicus* (n=25)

Figure 1. Physiological and biochemical parameters of *Oreochromis Mossambicus* (n=25)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования свидетельствуют об эффективности использования астаксантина в кормлении перспективных объектов аквакультуры, в частности тилапии. Установлено положительное влияние природного антиоксиданта астаксантина на рост и развитие культивируемой молоди. В целом полученные результаты гематологических и биохимических показателей согласуются с данными других авторов [12].

Рыба во время опыта с астаксантином не проявляла каких-либо беспокойств после кормления. В конце опыта мясо тилапии сравнивали визуально, по оттенку мышц. Астаксантин не проявил пигментирующую роль в окраске тканей на тилапии.

Таким образом, по данным биологических показателей роста, можно говорить об эффективности добавления астаксантина в корма для тилапии в количестве 40 мг/кг, так как для данной выборки характерен высокий темп роста и более высокий уровень общих сывороточных белков.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда, проект № 22-76-00023 «Разработка и апробация инновационной технологии кормления для сохранения иммунного гомеостаза в условиях высокопродуктивного и экологически чистого аквакультурного хозяйства».



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **А.Б. Ахмеджанова** – сбор и анализ данных, идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная проверка статьи; **С.В. Пономарев** – подготовка введения, заключения, окончательная проверка статьи; **Ю.В. Федоровых** – подготовка введения, заключения, подготовка статьи; **О.А. Левина** – сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Н.В. Терганова** – сбор, подготовка и анализ базы данных; **А.Н. Хисамутдинова** – подготовка и анализ базы данных; **В.М. Насунова** – подготовка и анализ базы данных.

The work was supported by a grant from the Russian Science Foundation, project No. 22-76-00023 "Development and testing of innovative feeding technology to preserve immune homeostasis in conditions of highly productive and environmentally friendly aquatic farming".

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **A.B. Akhmedzhanova** – data collection and analysis, idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; **S.V. Ponomarev** – preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; **Yu.V. Fedorovykh** – preparation of the introduction, conclusion, preparation of the article; **O.A. Levina** – data collection and analysis, preparation of the article; **N.V. Terganova** – collection, preparation and analysis of the database; **A.N. Hisamutdinova** – preparation and analysis of the database; **V.M. Nasunova** – preparation and analysis of the database.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Пономарев С.В. Каротиноиды в аквакультуре осетровых рыб / С.В. Пономарев. – Ростов-на-Дону, 2010. – 148 с.
1. Ponomarev S.V. Carotenoids in aquaculture of sturgeon fish / S.V. Ponomarev. – Rostov-on-Don, 2010. – 148 p.
2. Грозеску Ю.Н. Новый каротиноидсодержащий препарат в составе комбикормов для осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, М.А. Митрофанова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2004. – №2 (21). – С. 81-88.
2. Grozescu Yu.N. A new carotene-containing preparation with compound feeds for sturgeon / Yu.N. Grozescu, M.A. Mitrofanova // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. – 2004. – №2 (21). – Pp. 81-88.
3. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. Изд-е 2. – СПб.: ГосНИОРХ, 2012. – 564 с.
3. Ostroumova I.N. Biological bases of fish feeding / I.N. Ostroumova. Ed. 2. – St. Petersburg: GosNIORH, 2012. – 564 p.
4. Пономарев С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С.В. Пономарев, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску. – М.: Моргкнига, 2013. – 417 с.
4. Ponomarev S.V. Forage and feeding of fish in aquaculture / S.V. Ponomarev, A.A. Ba-hareva, Yu.N. Grozescu. – M.: Morkniga, 2013. – 417 p.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
5. Pravdin I.F. Guide to the study of fish / I.F. Pravdin. – M.: Food industry, 1966. – 376 p.
6. Колб В.Г. Клиническая биохимия: пособие для врачей-лаборантов / В.Г. Колб, В.С. Камышников. – М.: Беларусь, 1976. – 311 с.
6. Kolb V.G. Clinical biochemistry: a manual for laboratory doctors / V.G. Kolb, V.S. Kamysnikov. – M.: Belarus, 1976. – 311 p.
7. Филиппович Ю.Б. Практикум по общей биохимии / Ю.Б. Филиппович, Т.А. Егорова, Г.А. Севастьянова. – М.: Просвещение, 1975. – 318 с.
7. Filippovich Yu.B. Practicum on general biochemistry / Yu.B. Filippovich, T.A. Egorova, G.A. Sevastyanova. – M.: Prosveshchenie, 1975. – 318 p.
8. Fish bach F. A manual of laboratory diagnostic tests. 7th ed / F. Fish bach, M. Dunning. – Lppincott Williams & Wilkins, 2004. – 1291 p.
9. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor / P. Trinder // Ann Clin Biochem. – 1969. – P. 24 - 25.
10. Усов М.М. Морфология и физиология рыб. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / М. М. Усов. – Г.: БГСХА, 2017. – 114 с.
10. Usov M.M. Morphology and physiology of fish. Laboratory workshop: educational and methodical manual / M. M. Usov. – G.: BGSXA, 2017. – 114 p.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 293 с.
11. Lakin G.F. Biometrics / G.F. Lakin. – M.: Higher School, 1990. – 293 p.
12. Аблеев Д.Р. Влияние соотношения полов в маточном стаде тилапии на эффективность нереста и физиолого-биохимические показатели производителей / Д.Р. Аблеев, А.Б. Ахмеджанова, С.В. Пономарев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 5 (172). – С. 54-61.
12. Ableev D.R. The influence of the sex ratio in the breeding stock of tilapia on the efficiency of spawning and physiological and biochemical indicators of producers / D.R. Ableev, A.B. Akhmedzhanova, S.V. Ponomarev // Fish farming and fisheries. – 2020. – № 5 (172). – Pp. 54-61.

Мониторинг важнейших биологических показателей некоторых иглокожих, выращиваемых в условиях марифермы на акватории острова Аскольд и бухты Дунай (Японское море, залив Петра Великого)

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-75-78

А.А. Политаева – ассистент, главный специалист;

Кандидат биологических наук, доцент **И.В. Матросова** – заведующий кафедрой Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура» Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета («Дальрыбвтуз»)

@ ordinary.n.p@gmail.com;
matrosova.iv@dgtru.ru

MONITORING OF THE MOST IMPORTANT BIOLOGICAL INDICATORS OF SOME ECHINODERMS GROWN IN THE CONDITIONS OF A MARINE FARM IN THE WATERS OF ASKOLD ISLAND AND THE DUNAY BAY (SEA OF JAPAN, PETER THE GREAT HALL)

A.A. Politaeva – Assistant, Chief Specialist;
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor **I.V. Matrosova** – Head of the Department – Department of "Aquatic Bioresources and Aquaculture" of the Far Eastern State Technical Fisheries University ("Dalrybvtuz")

The characteristics of the mass, sex and age composition of the Far Eastern trepang and gray sea urchin grown in the conditions of a mariferm during 2019-2021 in the waters of the Dunay Bay and the coast of Askold Island (Peter the Great Hall, Sea of Japan) are given.

Ключевые слова:

дальневосточный трепанг, серый морской еж, бухта Дунай, побережье острова Аскольд, основные биологические характеристики

Keywords:

Far Eastern trepang, grey sea urchin, Dunay Bay, coastline of Askold Island, main biological characteristics

В настоящее время увеличение объемов товарной продукции мариферм невозможно без проведения регулярного мониторинга состояния выращиваемых объектов. Разработанные ранее технологии выращивания гидробионтов должны адаптироваться к конкретным акваториям, гидрологические условия которых подвержены сезонным изменениям, антропогенному воздействию [1; 2]. Периодический мониторинг гидробионтов, выращиваемых на донных



плантациях в местах расселения молоди, а именно – исследование размерно-массового, полового и возрастного состава в условиях марихозяйств, является важной составляющей оценки состояния и прогноза продуктивности предприятия [3].

На акватории бух. Дунай и побережье о. Аскольд успешно функционируют марифермы

по выращиванию ценных гидробионтов, в том числе дальневосточного трепанга и серого морского ежа, увеличение объема товарной продукции которых является залогом успешного функционирования предприятия. В условиях марифермы объекты исследования выращивают пастбищным методом, расселяя жизнестойкую молодь на донные участки в границах РВУ. Товарных размеров трепанг и серый морской еж достигают, в среднем, к третьему-четвертому году жизни.

Районами исследования биологического состояния дальневосточного трепанга и серого морского ежа были б. Дунай и прибрежная часть акватории северо-западной и восточной части о-ва Аскольд (рис. 1) [4].

Бухта Дунай вдается в берег между м. Веселкина и другим мысом, лежащим в 2,2 км от него

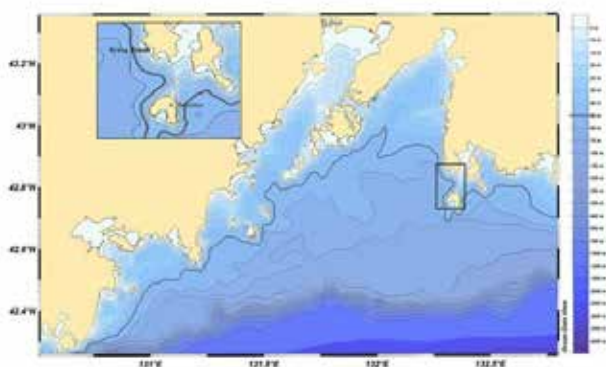


Рисунок 1. Карта района работ (б. Дунай, акватория о. Аскольд, залив Петра Великого)

Figure 1. Map of the area of work (Dunay Bay, Askold Island water area, Peter the Great Bay)



Приведена характеристика массового, полового и возрастного состава дальневосточного трепанга и серого морского ежа, выращиваемых в условиях марифермы в течение 2019-2021 гг. на акваториях б. Дунай и побережья о-ва Аскольд (зал. Петра Великого, Японское море).

к юго-востоку. В северо-восточной части бухты имеется участок берега, окаймленный песчано-галечным пляжем. Остальные берега бухты образованы отвесными утесами и окаймлены рифами. Остров Аскольд (42°46' с.ш., 132°20' в.д.) высотой 358,3 м расположен в восточной части зал. Петра Великого и отделен от материка глубоким проливом Аскольд [4]. Мониторинг основных биологических характеристик дальневосточного трепанга и серого морского ежа проводился в первой половине июня 2019-2021 годов. Объекты исследования собраны водолазным способом на глубинах от 10 до 20 м, на расстоянии 500-1000 м от берега.

Дальневосточный трепанг

Анализ общей массы и массы кожно-мышечного мешка особей дальневосточного трепанга в бух. Дунай и в районе о. Аскольд представлен в таблице 1 и на рисунке 2.

В бухте Дунай, в первой половине июня 2019-2021 гг., общая масса трепанга варьировала от 54,19 до 259 граммов. Модальный класс в 2019 г. представлен трепангом с общей массой тела 101-125 г (42,11%), в 2020 и 2021 гг. – 151-175 г (32 и 38%). В районе о. Аскольд общая масса особей варьировала от 71,7 г до 248,97 граммов. Модальный класс в 2019-2021 гг. представлен трепангом массой 101-125 граммов.

Наибольшее количество особей, в представленных выборках, имели массу в диапазоне 101-125 г (32,55%).

Для определения степени зрелости половых продуктов особей дальневосточного трепанга в исследуемых районах был рассчитан гонадный индекс (ГИ), как отношение массы гонады к массе кожно-мышечного мешка, выраженное в процентах (табл. 2).

В результате исследования полового состава особей дальневосточного трепанга в июне 2019-2021 г. в двух исследуемых районах преобладали самцы (53,22%). Данные о соотношении полов представлены на рисунке 3.

Таблица 1. Общая масса и масса кожно-мышечного мешка дальневосточного трепанга в бухте Дунай и в районе о. Аскольд в июне 2019-2021 годов / **Table 1.** The total body weight and weight of the dermo-muscular bag of the Far Eastern trepang in the Dunay Bay and in the area of Askold Island in June 2019-2021

Район	Год	W общ			W кмм			Объем выборки, экз.
		Xmax	$\bar{X} \pm m_x$	Xmin	Xmax	$\bar{X} \pm m_x$	Xmin	
б. Дунай	2019	185,8	101,48 $\pm$ 4,08	54,19	111,48	60,89 $\pm$ 2,45	32,51	38
о. Аскольд		161,8	107,41 $\pm$ 2,61	71,7	97,08	64,44 $\pm$ 1,56	43,02	62
б. Дунай	2020	183,5	139,67 $\pm$ 4,18	69,01	99,48	83,8 $\pm$ 2,46	41,4	50
о. Аскольд		205	143,52 $\pm$ 4,1	96,52	123,22	86,11 $\pm$ 2,46	57,91	56
б. Дунай	2021	259	157,66 $\pm$ 5,11	89	155,4	94,59 $\pm$ 3,06	53,4	50
о. Аскольд		248,97	145,12 $\pm$ 5,82	100,2	149,38	87,07 $\pm$ 3,43	60,12	45

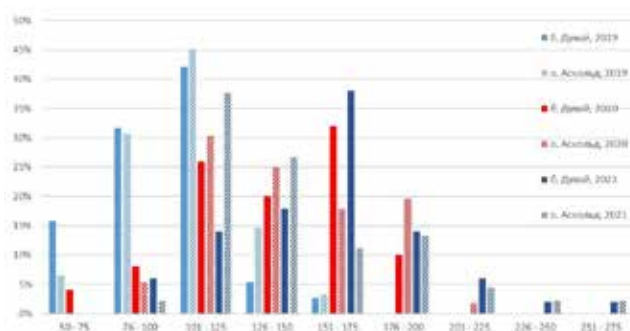


Рисунок 2. Масса тела особей дальневосточного трепанга в бух. Дунай и районе о. Аскольд в июне 2019–2021 гг.
Figure 2. Weight of individuals of the Far Eastern trepang in the Dunay Bay and the area of Askold Island in June 2019–2021

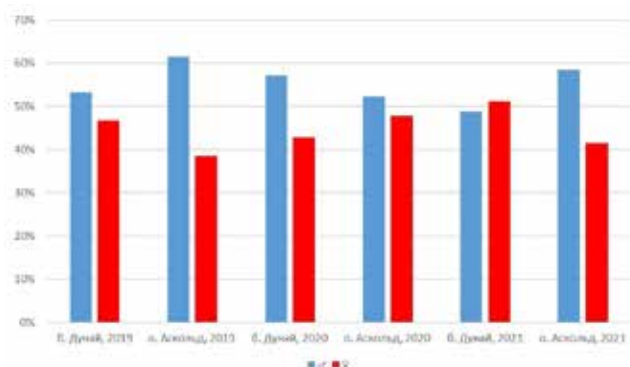


Рисунок 3. Соотношение полов дальневосточного трепанга в июне 2019–2021 гг. в б. Дунай и в районе о. Аскольд
Figure 3. The sex ratio of the Far Eastern trepang in June 2019–2021 in the Dunay Bay and in the area of Askold Island

В исследуемых районах в 2019–2021 гг. преобладали особи, возраст которых составлял 2 года (56,81%), (рис. 4).

Серый морской еж

В результате исследования в бухте Дунай и северо-западной и восточной части о-ва Аскольд (залив Петра Великого) наибольшую массу в выборке имели особи серого морского ежа в диапазоне 26–35 г, что составило 30,8% от общего количества экземпляров (рис. 5).

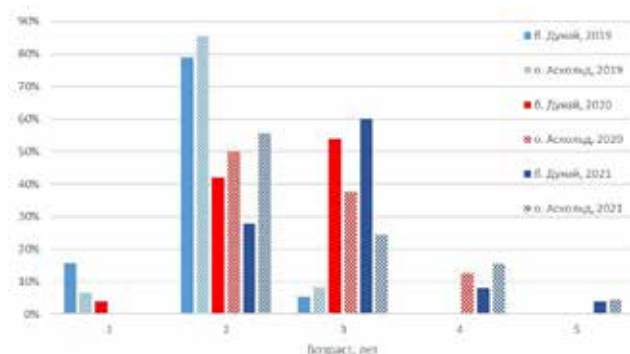


Рисунок 4. Возрастной состав дальневосточного трепанга в июне 2019–2021 гг. в б. Дунай и в районе о. Аскольд
Figure 4. The age composition of the Far Eastern trepang in June 2019–2021 in the Dunay Bay and in the area of Askold Island

В бух. Дунай, в первой половине июня 2019–2021 гг., общая масса серого морского ежа варьировала от 19,05 до 64,2 г (табл. 3). Модальный класс в 2019 г. представлен особями с общей массой тела 36–45 г (45,4%), в 2020 – 46–55 г (42,86%), в 2021 гг. – 56–65 г (32%). В районе о. Аскольд общая масса особей варьировала от 22,23 до 68,9 граммов. Модальный класс в 2019–2020 гг. представлен особями массой 26–35 г (60 и 41,3%), в 2021 – 36–45 г (32%).

При анализе данных возрастного состава *S. intermedius*, в исследуемых районах зал. Петра Великого, установлено, что большинство особей в 2019–2021 гг. соответствовали возрасту 2 года (44,2%), (рис. 6).

Как показали наши исследования, у выращиваемых в условиях марифермы объектов (2019–2021 гг.), наблюдается тенденция к постепенному

Таблица 2. Гонадный индекс дальневосточного трепанга в бухте Дунай и в районе о. Аскольд в июне 2019–2021 годов / **Table 2.** The gonad index of the Far Eastern trepang in the Dunay Bay and in the area of Askold Island in June 2019–2021

Год	Гонадный индекс, %			Объем выборки, экз
	Xmax	$\bar{X} \pm m_x$	Xmin	
		Бухта Дунай		
2019	18,3	10,3±1,02	5,83	19
2020	17,12	13,55±1,64	8,21	25
2021	19,76	12,9±1,08	10,84	25
		о. Аскольд		
2019	14,2	8,64±0,56	5,41	31
2020	15,34	9,07±0,72	5,67	28
2021	16,23	11,53±1,14	8,7	22

Таблица 3. Масса тела серого морского ежа в бухте Дунай и в районе о. Аскольд в июне 2019-2021 годов / **Table 3.** The body weight of a gray sea urchin in the Dunay Bay and in the area of Askold Island area in June 2019-2021

Район	Год	Вобщ, г			Дпанц, мм			Объем выборки, экз.
		Xmax	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	Xmin	Xmax	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	Xmin	
б. Дунай	2019	45,37	32,80±1,95	19,05	41,69	30,17±1,79	17,5	22
о. Аскольд		45,91	31,2±1,4	22,23	42,84	29,11±1,3	20,75	20
б. Дунай	2020	54,57	40,08±2,05	21,59	50,92	37,4±1,92	20,14	28
о. Аскольд		58,9	40,91±1,9	25,35	54,97	38,17±1,78	23,65	29
б. Дунай	2021	64,2	46,1±2,63	25,4	59,9	43,01±2,46	23,7	25
о. Аскольд		68,9	48,42±2,47	29,65	64,29	43,32±2,31	27,66	25

увеличению массы, что, несомненно, положительно для функционирования предприятия. На сегодняшний день в доступных литературных источниках не обнаружено сведений о биологических характеристиках дальневосточного трепанга и серого морского ежа из бух. Дунай и акватории северо-западной и восточной части о. Аскольд, поэтому не представляется возможным сравнить, полученные нами, данные с показателями особей из естественных условий.

В рамках регулярного мониторинга культивируемых объектов, полученные сведения о некоторых биологических характеристиках дальневосточного трепанга и серого морского ежа могут быть использованы для накопления биостатистического материала, кроме того, позволят оценить тенденции изменения численности выращиваемых особей, разработать соответствующие прогнозы и в целом оптимизировать работу мариферм.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: А.А. Политаева – сбор и анализ данных, подготовка статьи; И.В. Матросова – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: A.A. Politaeva – data collection and analysis, preparation of the article; I.V. Matrosova – data collection and analysis, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Гайко Л.А. Изменчивость температуры воды и воздуха вдоль побережья восточного Приморья и Хабаровского края по данным наблюдений на гидрометеорологических станциях // Морской гидрофизический журнал. – 2022. – Т. 38. – № 4. – С. 389-404.
1. Gaiko L.A. Variability of water and air temperature along the coast of eastern Primorye and Khabarovsk Krai according to observations at hydrometeorological stations // Marine Hydrophysical Journal. – 2022. – Vol. 38. – No. 4. – Pp. 389-404.
2. Черкашин С.А. Оценка качества вод прибрежной зоны Японского моря на различных уровнях биологической организации // Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития. Авиационная и спутниковая метеорология 2021 / С.А. Черкашин, С.А. Даниленко, Т.С. Пряжевская // Материалы V Юбилейной Всероссийской конференции имени Л.Н. Карлина. Тез. докладов. – Москва: Издательство «Перо». – 2021. – С. 411-421.
2. Cherkashin S.A. Assessment of the water quality of the coastal zone of the Sea of Japan at various levels of biological organization // Hydrometeorology and ecology: achievements and prospects of development. Aviation and satellite meteorology 2021 / S.A. Cherkashin, S.A. Danilenko, T.S. Pryazhevskaya // Materials of the V Anniversary All-Russian Conference named after L.N. Karlin. Tez. Reports. – Moscow: Publishing house "Pero". – 2021. – Pp. 411-421.
3. Разработка рекомендаций по комплексному использованию рыбоводных участков в части марикультуры, расположенных на акватории о-ва Аскольд и бух. Дунай (Японское море, залив Петра

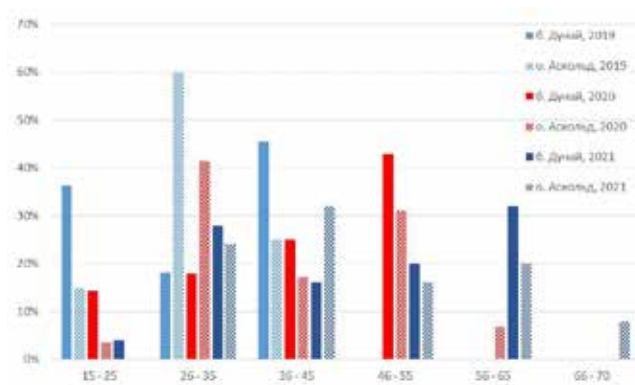


Рисунок 5. Масса особей серого морского ежа в бух. Дунай и районе о. Аскольд в июне 2019-2021 годов

Figure 5. The weight of gray sea urchin in the Dunay Bay and the Askold Island area in June 2019-2021

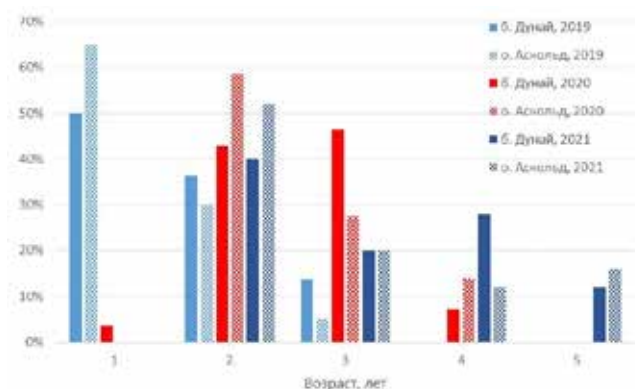


Рисунок 6. Возрастной состав серого морского ежа в бухте Дунай и районе о. Аскольд в июне 2019-2021 годов

Figure 6. The age composition of the gray sea urchin in the Dunay Bay and the area of Askold Island in June 2019-2021

- Великого): отчет о научно-исследовательской работе / Руководитель темы, к.б.н. С.Е. Лескова. ХДТ № 697/2017. – 2017. – 200 с.
3. Development of recommendations for the integrated use of fish breeding areas in terms of mariculture located in the waters of Askold and Bukh Islands. The Danube (the Sea of Japan, Peter the Great Bay): a report on research work / Head of the topic, Candidate of Biological Sciences S.E. Leskova. CDT No. 697/2017. – 2017. – 200 p.
 4. Леликов Е.П. Остров Аскольд: геологическое строение и золотосодержание // Вестник ДВО РАН. – 2013. – № 6. – С. 198-204.
 4. Lelikov E.P. Askold Island: geological structure and gold content // Bulletin of the FEB RAS. – 2013. – No. 6. – Pp. 198-204.

Эксплуатационные характеристики ниток из различных синтетических материалов в орудиях рыболовства и сооружениях аквакультуры

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-79-81

Кандидат технических наук,
доцент **П.А. Бородин** – доцент;

Кандидат технических наук,
доцент **Е.В. Осипов** – доцент;

Д.А. Пилипчук – старший
преподаватель –
кафедра «Промышленное
рыболовство»
Дальневосточного
государственного технического
рыбохозяйственного
университета (ФГБОУ ВО
«Дальрыбвтуз»)

@ pavel_borodin@mail.ru;
oev@mail.ru;
pilipchukda@mail.ru

Ключевые слова:

крученые нитки, полиэтилен,
капрон, дели, прочность
в узлах, остаточная прочность
при истирании

Keywords:

twisted threads, polyethylene,
capron, delhi, knot strength,
residual abrasion strength

PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THREADS MADE OF VARIOUS SYNTHETIC MATERIALS IN FISHING GEAR AND AQUACULTURE FACILITIES

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **P.A. Borodin** – Associate Professor;
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **E.V. Osipov** – Associate Professor;
D.A. Pilipchuk – Senior lecturer –
Department of "Industrial Fishing" of the Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO "Dalrybvtuz")

Twisted threads made of polyethylene and nylon, different in diameter and manufacturer, were studied, the dependences of wear on various layouts were revealed. The given experimental data and the obtained formulas make it possible to carry out a clear calculation for the selection of the appropriate diameter and structure of polyethylene threads when replacing nylon threads. It also shows an approach to the principles of the layout of polyethylene threads for the production of knotted parts with maximum strength and wear-resistant characteristics.

В работе обобщены данные исследований различных структур ниток из полиамида (капрон) и полиэтилена. Капрон в отечественном рыболовстве используется достаточно давно, а полиэтилен широкое применение получил в 90-ых годах прошлого столетия и сегодня уже значительно заменил капрон. Однако принципы замены одних материалов на другие, системность этого процесса остаются открытыми. Это определяет актуальность данной работы, в которой предлагается оценка принципа замены материалов.

Для исследований использовались (табл. 1):

- капроновые нитки 187 текс $\times 9$ ($d=1,95$ мм) (K1 – ООО «Морское снабжение» п. Десятый вал; K2 – ООО «Фабрика орудий лова» п. Подъяпольск), имеющие первичные нити (K1 – ООО «КурскХимволокно»; K2 – ПАО «КуйбышевАзот»);

- полиэтиленовые нитки: П1 – $d=2,1$ мм; П2 – $d=2,7$ мм; П3 – $d=3,1$ мм; П4 – $d=1,8$ мм; П5 – $d=2,7$ мм, где образцы П1 – П3 имеют первичную нить $d=0,24$ мм, а образцы П4 и П5 первичную нить $d=0,2$ мм.

Исследование на истирание проводилось по методике: бралось по 5 экземпляров ниток каждого производителя и определялось количество циклов до полного истирания, затем рассчитывалось количество циклов для нитки каждого производителя при 25%, 50%, 75% истирания [1]. Исследования разрыва ниток в шкотовом узле проводилось при креплении каждой пары ниток в противоположные зажимы, в соответствии с ISO 1805:2006.

На рисунке 1 приведены данные по истиранию капроновых ниток (толщина первичных нитей оди-

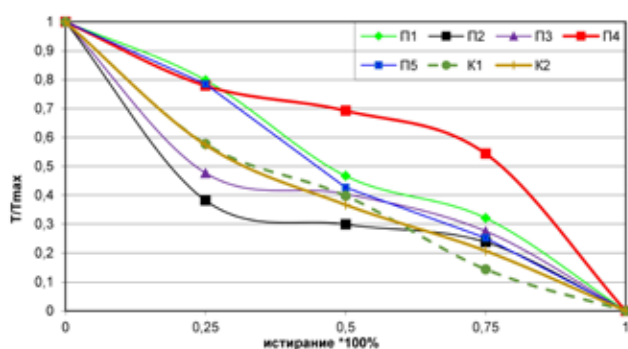


Рисунок 1. Диаграммы истирания ниток [3; 4]

Figure 1. Diagrams of thread abrasion [3; 4]

наковая), из которой следует – причиной различия в истирании является разница в крутке ниток, чем сильнее крутка (больше крутка – первичная), тем больше сила натяжения на крайних нитях [2; 3], и при соприкосновении с абразивом они разрушаются быстрее, что более заметно при 50% истирании, а при 75% истирании проявляется эффект повышенной массы нитки K2 (за счет большей первичной и вторичной крутки). Если посмотреть на исследование полиэтиленовых ниток, то там наблюдается такой же эффект, однако на повышение истирания влияет и окончательная крутка (рис. 1), при этом образцы П2 и П3, уже при 25% истирании, имеют разрывную нагрузку меньше 50% от первоначальной, что не согласуется с работой капроновых ниток (рис. 1). Наиболее интересным образцом является П4, у которого при 75% износа прочность остается более 50%, что связано со структурой и круткой

Исследованы разные по диаметру и производителю крученые нитки из полиэтилена и капрона, выявлены зависимости износа от различной компоновки. Приведенные экспериментальные данные и полученные формулы позволяют осуществлять четкий расчет для подбора соответствующих диаметра и структуры полиэтиленовых ниток при замене капроновых. Также показан подход к принципам компоновки полиэтиленовых ниток для производства узловых делей, обладающих максимальными прочностными и износостойкими характеристиками.

нитки, которые обеспечивают расположение первичной нити вдоль оси нитки (рис. 2), обеспечивая высокую устойчивость при истирании, в то же время большая предварительная крутка (крутка прядей) у П3 и П2 создает хаотизацию расположения первичных нитей в структуре и контакт под разными углами к абразиву, снижая агрегатную устойчивость к истиранию (рис. 2).

Рассмотрим прочность ниток в узлах (Н):

- в шкотовом узле: K1 – $1231,9 \pm 54,6$ (118,7%); K2 – $1201,2 \pm 63,47$ (115,57%); П1 – $652,88 \pm 22,18$ (148,4%); П2 – $1354,16 \pm 36,37$ (112,24%); П3 – $1786,96 \pm 117,06$ (117,06%); П4 – $418,33 \pm 1,35$ (166,89%); П5 – $1543,01 \pm 13,97$ (171,45%);

- в обычном узле для капроновых ниток он равен 50%, а для полиэтиленовых (Н): П1 – $355,79 \pm 1,53$ (80,9%); П2 – $607,48 \pm 19,97$ (50,35%); П3 – $889,48 \pm 32,86$ (51,64%); П4 – $232,79 \pm 6,48$ (92,86%); П5 – $739,91 \pm 15,28$ (82,86%).

Прочностные характеристики в узлах полиэтиленовых ниток зависят от их структуры и крутки, как предварительной (круткой пряжи), так и окончательной (круткой нитки). Эту зависимость можно было наблюдать и у капроновых ниток, однако если им придать такую же структуру и крутку как образец П4, то такая нитка распушится при эксплуатации, в то время как полиэтиленовая сохранит форму.

Как показывают исследования [1-4] и, приведенные выше результаты экспериментов, для процессов истирания и разрывов в узлах зона контактного напряжения должна быть больше, а первичные нити по длине нитки должны находиться под меньшим углом к вектору прилагаемой нагрузки, что соответствует образцу П4. Если сравнивать два образца

Таблица 1. Данные исследуемых ниток / **Table 1.** Data of the studied threads

№	Образец	Предварительная крутка (пряжи), кр/м	Окончательная крутка (нитки), кр/м	Разрывная, Н
1	ТУ 15-08-31-89	240±20	130±20	971,19
2	K1	197,2±0,9	101,55±4,25	1037,8±8,53
3	K2	203,1±1,82	103,6±3,2	1039,37±7,65
4	П1	190,5±3,2	110±3	439,83±1,26
5	П2	194,8±0,53	73,6±4	1206,45±17,95
6	П3	171,7±2,04	86,2±2,7	1722,16±20,79
7	П4	157,8±6,48	100,2±5,7	250,66±4,59
8	П5	87,86±1,15	69,6±0,26	899,94±9,482

П2 и П4, то у П2 хаотизация расположения первичных нитей (рис. 2) снижает зону контактного напряжения в узле, а у П4 – первичные нити в узле образуют большую зону контактного напряжения, при этом располагаясь вдоль области зажима.

В орудиях рыболовства и сооружениях аквакультуры используются узловые дели, поэтому, при переходе с полиамидного материала на полиэтилен, важным параметром является прочность в узле. Тогда при изготовлении изделий из полиэтиленовых ниток необходимо брать диаметр нитки с разрывной нагрузкой T_n при соотношении с капроновой ниткой T_k

$$T_n = (k_k^y / k_n^y) T_k, \quad (1)$$

где k_k^y , k_n^y – коэффициент потери прочности капроновых и полиэтиленовых ниток в узле.

Для образцов П1 и П3 существует линейная зависимость диаметра нити d от разрывной нагрузки

$$d = 0,0008T_n + 1,7575. \quad (2)$$

Если изготавливать полиэтиленовые нити с учетом компоновки как у образца П4, то $k_n^y = 1,66$, для капроновых ниток коэффициент потери прочности в узле примем $k_k^y = 1,16$. Тогда, для замены капроновых ниток К1 и К2 с диаметром нитки 1,9 мм, используя (1) и (2), диаметр полиэтиленовой нитки составит 2,3 мм. При условии равенства разрывных нагрузок капроновой и полиэтиленовой нитки $T_n = T_k$ диаметр полиэтиленовой нитки составит 2,6 мм.

Если исследуемые дели работают в режимах, где присутствует процесс истирания, то при 25% износа потеря прочности для капрона составляет $k_k^u = 0,56$ (рис. 1, К1), а у полиэтилена $k_n^u = 0,79$ (рис. 1, П4), таким образом, найдем:

$$T_n = (k_k^u / k_n^u) T_k. \quad (3)$$

Заменяя капроновый образец К1 на полиэтиленовый П4, по критерию стойкости к истиранию, используя (3) и (2), получим диаметр полиэтиленовой нитки, который составит 2,3 мм.

Таким образом, в настоящее время переход на использование полиэтиленовых ниток в рыболовстве и аквакультуре вполне оправдан, тем более что полиэтиленовые нитки практически не подвержены обрастанию. Приведенные экспериментальные данные и полученные формулы позволяют осуществлять четкий расчет для подбора соответствующих диаметра и структуры полиэтиленовых ниток при замене капроновых. Также показан подход к принципам компоновки полиэтиленовых ниток для производства узловых делей, обладающих максимальными прочностными и износостойкими характеристиками.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Вклад в работу авторов: **Е.В. Осипов** – идея работы,

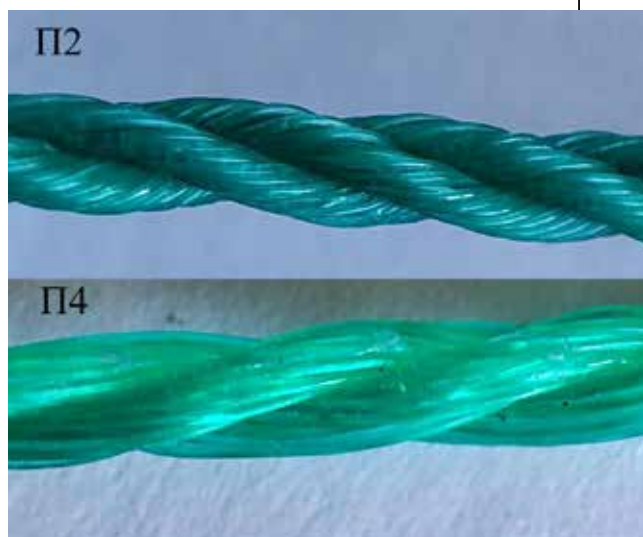


Рисунок 2. Фотография двух образцов ниток П2 и П4

Figure 2. Photo of two samples of threads П2 and П4

подготовка введения, заключения, сбор и анализ данных, окончательная проверка статьи; **П.А. Бородин** – сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Д.А. Пилипчук** – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **E.V. Osipov** – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, data collection and analysis, final verification of the article; **P.A. Borodin** – data collection and analysis, preparation of the article; **D.A. Pilipchuk** – data collection and analysis, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Ломакина Л.М. Технология постройки орудий лова. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984 – 208 с.
1. Lomakina L.M. Technology of construction of fishing gear. M.: Light and food industry, 1984 – 208 p.
2. Осипов Е.В. Исследование процессов износа капроновых ниток как комплекса взаимосвязанных эксплуатационных параметров. / Е.В. Осипов, Д.А. Пилипчук // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 5. – С. 97-100.
2. Osipov E.V. Investigation of the wear processes of nylon threads as a complex of interrelated operational parameters. / E.V. Osipov, D.A. Pilipchuk // Fisheries. – 2020. – No. 5. – Pp. 97-100.
3. Осипов Е.В. Исследование синтетических нитей с учетом узловых соединений / Е.В. Осипов, Д.А. Пилипчук // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы нац. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2019. – С. 46-48.
3. Osipov E.V. Investigation of synthetic threads taking into account nodal connections / E.V. Osipov, D.A. Pilipchuk // Scientific and practical issues of fisheries regulation: materials of the National Scientific and Technical conf. – Vladivostok: Dalrybvvtuz, 2019. – Pp. 46-48.
4. Осипов Е.В. Исследование износа полиэтиленовых крученых ниток / Е.В. Осипов, Д.А. Пилипчук, П.А. Бородин // Материалы IV Нац. науч.-техн. конф. «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации»: Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. – С. 116-120.
4. Osipov E.V. The study of the wear of polyethylene twisted threads / E.V. Osipov, D.A. Pilipchuk, P.A. Borodin // Materials of the IV National Scientific-Technical. Conf. "Innovative development of the fishing industry in the context of ensuring food security of the Russian Federation": Vladivostok: Dalrybvvtuz, 2021. – Pp. 116-120.

Установление норм выхода зернистой лососевой икры из кеты (*Oncorhynchus keta*) Охотского района при машинном способе пробивки

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-82-86

Кандидат технических наук
Е.С. Чупикова – заведующая лабораторией нормирования, стандартизации и технического регулирования;

Т.А. Саяпина – главный специалист лаборатории нормирования, стандартизации и технического регулирования;

А.Ю. Антосюк – ведущий специалист лаборатории нормирования, стандартизации и технического регулирования;

Кандидат химических наук
Е.В. Якуш – первый заместитель руководителя –
Тихоокеанский филиал
ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»),
г. Владивосток

@ elena.chupikova@tinro-center.ru,
tatyana.sayapina@tinro-center.ru,
anna.antosyuk@tinro-center.ru,
evgeniy.yakush@tinro-center.ru

ESTABLISHMENT OF NORMS FOR THE OUTPUT OF GRANULAR SALMON CAVIAR FROM THE CHUM SALMON OF THE OKHOTSK REGION WITH A MACHINE METHOD OF PUNCHING

Candidate of Technical Sciences **E.S. Chupikova** – Head of the Laboratory of Standardization, Standardization and Technical Regulation;
T.A. Sayapina – Chief Specialist of the Laboratory of Standardization, Standardization and Technical Regulation;
A.Y. Antosyuk – leading specialist of the Laboratory of Standardization, Standardization and Technical Regulation;
Candidate of Chemical Sciences **E.V. Yakush** – First Deputy Head –
Pacific Branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok

The efficiency of Pacific salmon fishing is largely determined by the quantity and quality of the products produced. Chum salmon (*Oncorhynchus keta*) is the second most commercially important species among Pacific salmon. In order to determine the norms of waste, losses, output of finished products and consumption of raw materials in the production of granular salmon caviar from the chum salmon of the Okhotsk catch area of the North Okhotsk subzone, pilot control work was carried out within the boundaries of the Khabarovsk Territory. As a result, the average values of waste, losses, consumption of raw materials and output of finished products in the production of granular chum salmon caviar on an egg-punching machine with an installation for washing caviar-grain were established. The yield of granular chum salmon caviar was 80.1%, the consumption coefficient of raw eggs per unit of finished product was 1.248.

Ключевые слова:

тихоокеанские лососи, зернистая лососевая икра, кета, икра-зерно, выход готовой продукции

Keywords:

Pacific salmon, granular salmon caviar, chum salmon, caviar-grain, output of finished products

В Доктрине Продовольственной безопасности РФ рыбной отрасли, наряду с сельским хозяйством и пищевой промышленностью, отводится определяющая роль. Стабильное развитие рыбохозяйственного комплекса, в задачи которого входит удовлетворение населения страны качественной рыбной продукцией, невозможно без эффективной производственной деятельности. Согласно Доктрине продовольственной безопасности, удельный вес отечественной рыбной продукции должен быть не менее 85% [1]. Тихоокеанские лососи в нем составляют значительную долю, так как среди добычи водных биоресурсов на Дальнем Востоке и в целом по России занимают второе место в общем вылове рыбы.

Добыча тихоокеанских лососей осуществляется по всему дальневосточному побережью от Чукотки до Приморья. Кета является вторым по промысловой значимости видом среди тихоокеанских лососей, особенно для таких промысловых районов Камчатки как западное побережье (севернее р. Озерная), Петропавловско-Командорская подзона (исключая р. Камчатка), Карагинская подзона, а в отдельные годы превосходит по численности и биомассе горбушу [2; 3]. Кроме Камчатки основными районами добычи кеты являются материковое побережье Охотского моря в границах Хабаровского края, восточный Сахалин и Южные Курилы. В Северо-Охотоморской подзоне, в границах Хабаровского края большая часть вылова кеты приходится на Охотский район. Вылов осуществляется в прибрежных районах Охотского моря, многочисленных реках, наиболее крупные из которых – Иня, Кухтуй, Ульбея и их притоки. Рыбодобывающие и рыбоперерабатывающие предприятия, расположенные в Охотском районе Хабаровского края, имеют высокую социальную значимость, зачастую являются градообразующими и обеспечивают занятость населения. Эффективность работы во многом зависит от выхода мороженой продукции и зернистой икры.

Исследования по установлению выхода готовой продукции из тихоокеанских лососей проводились и ранее, а сейчас, в свете реализации стратегических целей продовольственной безопасности государства и рациональной эксплуатации водных биоресурсов, приобретают особую актуальность. Цель работы состояла в определении выхода зернистой лососевой икры из кеты Северо-Охотоморской подзоны Охотского района Хабаровского края при машинном способе пробивки.

Объектом исследования служила кета (*Oncorhynchus keta*) Охотского района Северо-Охотоморской подзоны (в границах Хабаровского края). Определение норм выхода разделанной рыбы проводили согласно действующим и утвержденным, в установленном порядке, методикам и руководящим документам по технологическому нормированию водных биоресурсов [4; 5]. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программ Excel и Statistica. Для показателей нормирования были установлены стандартные требования надёжности, при выбор-

Эффективность промысла тихоокеанских лососей во многом определяется количеством и качеством произведённой продукции. Кета является вторым по промысловой значимости видом среди тихоокеанских лососей. С целью определения норм отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья, при производстве зернистой лососевой икры из кеты (*Oncorhynchus keta*) Охотского района вылова Северо-Охотоморской подзоны в границах Хабаровского края, были проведены опытно-контрольные работы. В результате установлены средние величины отходов, потерь, расхода сырья и выхода готовой продукции при производстве зернистой икры кеты на икропробивочной машине с установкой для мойки икры-зерна. Выход зернистой икры кеты составил 80,1%, коэффициент расхода ястыков-сырца на единицу готовой продукции – 1,248.



Таблица 1. Результаты определения массы кеты, выловленной на рыбопромысловых участках в Северо-Охотоморской подзоне Охотского района /

Table 1. Results of determining the mass of chum salmon caught at fishing sites in the North Okhotsk subzone of the Okhotsk district

Период исследования	Масса кеты, кг				Количество ОКР, шт	Количество измеренных рыб ОКР, шт	Суммарная масса рыбы-сырца ОКР, кг
	среднее значение	минимум	максимум	стандартное отклонение			
2014, 2018–2022 гг.	3,278	2,504	4,065	0,376	65	3 924	13 296,41

Таблица 2. Сводные данные ОКР по выходу зернистой икры кеты, выловленной на рыбопромысловых участках в Северо-Охотоморской подзоне Охотского района, при машинной пробивке на икропробивочной машине с установкой для циклической мойки икры-зерна / **Table 2.** Summary of OCD data on the yield of granular caviar of chum salmon caught at fishing sites in the North Okhotsk subzone of the Okhotsk district, with machine punching on a caviar-punching machine with an installation for cyclic washing of caviar-grain

Период исследования	Выход зернистой икры кеты*, (%)				Количество ОКР, шт	Суммарная масса ястыков-сырца в ОКР, кг
	среднее значение	минимум	максимум	стандартное отклонение		
2013, 2014, 2016–2022 гг.	80,1	72,5	86,8	2,3	86	14 754,56

Примечание:* – в % к массе ястыков-сырца кеты, направленных на изготовление зернистой икры



ке данных больших объёмов доверительная вероятность $\beta = 0,95$.

Размерно-массовые показатели рыбы – это один из факторов, влияющих на выход продукции. Результаты определения массы кеты района вылова Северо-Охотоморская подзона (Охотский район), используемой при проведении опытно-контрольных работ (ОКР), представлены в таблице 1.

Длина кеты составляла от 49,0 до 68,0 см, в среднем – $61,4 \pm 4,1$ см.

Технологическая схема производства зернистой лососевой икры включает следующие операции: прием и хранение сырья, извлечение и сбор ястыков, сортирование и мойка, охлаждение, пробивка ястыков и мойка икры-зерна, посол икры-зерна, стекание или центрифугирование, сортирование, внесение пищевых добавок, упаковывание, маркирование, хранение; подготовка к транспортированию.

Наибольшее количество отходов и потерь, при производстве зернистой лососевой икры, наблюдается при пробивке ястыков. До недавнего времени пробивка ястыков осуществлялась на бутарах с тремя и более грохотками, размеры ячеек которых подбирались в зависимости от размера, степени зрелости и качества ястыков. У ястыков перед началом пробивки надрывали оболочку, раскладывали на грохотку и, путем осторожного протиранья ястыков по поверхности сетки грохотки, отделяли соединительную ткань от икры-зерна таким образом, чтобы при прохождении через бутару икринки полностью очищались от соединительной ткани ястыка, сгустков крови и пленок. Для повышения качества и увеличения выхода готовой икры чаще всего использовали спаренную бутару. Работа на грохотке трудоёмка и требует большого опыта, так как сила прижатия ястыков к сетке бутары должна быть такой, чтобы икра-зерно отделялась от соединительной ткани, а оболочка икринки не повреждалась. В противном случае, при недостаточном прижатии, выход икры-зерна будет мал, а при сильном – икра-зерно станет низкого качества, так как в результате раздавливания икринок будет содержать значительное количество лопанца и жидкой части.

В настоящее время значительная часть рыбоперерабатывающих предприятий, расположенных в Охотском районе Северо-Охотоморской подзоны переходят на механизированную пробивку ястыков тихоокеанских лососей и устанавливают технологическое оборудование для пробивки ястыков и последующей мойки икры-зерна. Установка для пробивки икры – икорный

сепаратор позволяет быстро обрабатывать, извлеченные из рыбы, ястыки и не требует больших трудозатрат. Ястыки укладываются на сетчатую ленту и дальше весь процесс пробивки осуществляется в автоматическом режиме. Пробитая икра поступает в сборник, который, для улучшения качества готового продукта, соединяют с установкой для её мойки. Такая группировка технологического оборудования позволяет не использовать труд дополнительных сотрудников на данных технологических операциях. Процесс мойки икры-зерна осуществляется распыленной водой, что предотвращает возможное повреждение икринок, а постоянная вибрация переворачивает икринки, обеспечивая их качественную мойку, не повреждая и не передерживая в воде. Антибактериальные свойства материалов, удобная разборка сепаратора для пробивки ястыков и мойки икры-зерна – все это позволяет осуществлять переработку ценного сырья в соответствии с требованиями санитарных норм.

Для определения норм отходов, потерь, выхода готовой продукции, при производстве зернистой лососевой икры из кеты, были проведены ОКР и установлены средние величины отходов, потерь, расхода сырья и выхода готовой продукции при

производстве зернистой икры кеты на икропробивочной машине с установкой для мойки икры-зерна в разные периоды (табл. 2).

На основании сводных данных ОКР за 2013, 2014, 2016-2022 гг. установлены средние значения отходов, потерь, расхода сырья и выхода готовой продукции при производстве зернистой икры кеты при машинной пробивке на икропробивочной машине с установкой для циклической мойки икры-зерна. Выход зернистой икры кеты составил $80,1+2,3\%$ Коэффициент расхода ястыков-сырца кеты на единицу готовой продукции составил $1,248+0,037$.

Установленное значение норм выхода зернистой икры кеты района вылова, при машинной пробивке на икропробивочной машине, модель с установкой для циклической мойки икры-зерна выше значений действующего сборника при ручной пробивке на $14,9\%$, за счет уменьшения отходов и потерь на всех операциях по изготовлению зернистой лососевой икры (табл. 3).

Таким образом, использование современного технологического оборудования позволяет на $14,9\%$ увеличить выход зернистой икры из кеты района вылова Северо-Охотоморская подзона

Таблица 3. Сравнительная характеристика норм отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве зернистой икры из кеты района вылова Северо-Охотоморская подзона Охотский район, при машинной пробивке на икропробивочной машине с установкой для мойки икры-зерна с нормами действующего сборника / **Table 3.** Comparative characteristics of the norms of waste, losses, output of finished products and consumption of raw materials in the production of granular caviar from the chum salmon of the catch area of the North Okhotomorskaya subzone of the Okhotsky district, with machine punching on a caviar-punching machine with an installation for washing caviar-grain with the norms of the current collection

Способ пробивки	Район вылова	Отходы и потери, в % к массе сырья, поступившего на данную операцию					В % к массе направленного сырья		Коэффициент расхода икры-сырца на единицу готовой продукции
		мойка, сортирование	пробивка	посол, стекание	добавление масла, анти-септиков (привес)	сортирование, фасование	всего отходов и потерь	выход готовой продукции	
Ручная пробивка (значения действующего сборника)*	Северо-Охотоморская подзона, Западно-Камчатская подзона (побережье Магаданской области)	2,0	19,1	17,6	+0,8	1,0	34,8	65,2	1,534
Машинная пробивка: NRS с установкой для циклической очистки икры	Охотский район, Северо-Охотоморская подзона	12,0		9,4	+0,8	0,3	19,9	80,1	1,248

Примечание:* Бассейновый сборник «Нормы выхода ястыков и зернистой икры тихоокеанских лососей Дальневосточного бассейна», 2021 г.



Охотский район, что, с пересчетом на объём добычи кеты в 2021 г. (почти 13 тыс. т), может составить порядка 102 т готовой продукции. Увеличение выхода пищевой продукции из наиболее массовых объектов промысла и потребления этой продукции жителями России является важным условием решения задач продовольственной безопасности государства.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Е.С. Чупикова – идея работы, подготовка статьи и заключения, окончательная проверка статьи; Т.А.Саяпина – подготовка введения, анализ данных, технологическая часть, А.Ю. Анто-сюк – сбор и анализ литературных данных; Е.В. Якуш – подготовка заключения.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: E.S. Chupikova – the idea of the work, preparation of the article and conclusion, final verification of the article; T.A.Sayapina – preparation of the introduction, data analysis, technological part, A.Y. Antosyuk – collection and analysis of literary data; E.V. Yakush – preparation of the conclusion.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Доктрина продовольственной безопасности российской Федерации: Указ Президента РФ № 20 [Электронный ресурс]: указ Президента РФ: [принят Президентом Российской Федерации 21 января 2020 г.]. – // Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа: www.pravo.gov.ru, свободный.
1. The Doctrine of food security of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 20 [Electronic resource]: Decree of the President of the Russian Federation: [adopted by the President of the Russian Federation on January 21, 2020]. – // Official Internet portal of legal information. – Access mode: www.pravo.gov.ru, free.
2. Шевляков Е.А. Современное состояние лососевого комплекса реки Большой (западная Камчатка): воспроизводство, промысел, управление / Е.А. Шевляков, В.А.Дубынин, Ж.Х. Зорбиди, Л.О. Заварина и другие //Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. – Владивосток. – 2013. – Т. 174. – С. 3–37.
2. Shevlyakov E.A. The current state of the salmon complex of the Bolshoy River (western Kamchatka): reproduction, fishing, management / E.A. Shevlyakov, V.A.Dubynin, Zh.H. Zorbidi, L.O. Zavarina and others // Proceedings of the Pacific Scientific Research Fisheries Center. – Vladivostok. – 2013. – Vol. 174. – Pp. 3-37.
3. Лососи–2022 (путинный прогноз). – Владивосток: ТИНРО, 2022. – 107 с.
3. Salmon–2022 (Putin's forecast). – Vladivostok: TINRO, 2022. – 107 p.
4. Методики определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов/ Под ред. Е.Н. Харенко. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 270 с.
4. Methods for determining the consumption rates of raw materials in the production of products from hydrobionts/ Edited by E.N. Kharenko. – M.: VNIRO Publishing House, 2002. – 270 p.
5. Руководство по технологическому нормированию выхода продуктов переработки водных биоресурсов и объектов аквакультуры с целью их рационального использования. – М.: Изд-во ВНИРО, 2019. – Выпуск 9. – 73 с.
5. Guidelines on technological rationing of the output of products of processing of aquatic biological resources and aquaculture facilities for the purpose of their rational use. – Moscow: VNIRO Publishing House, 2019. – Issue 9. – 73 p.

Применение микроводорослей в технологии пищевых композиций функциональной направленности

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-87-97

Доктор технических наук, профессор **Л.В. Донченко** – Директор Научно-исследовательского института биотехнологии и сертификации продуктов питания Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина (ФГБОУ ВО «КубГАУ»), Научно-исследовательский институт биотехнологии и сертификации продуктов питания;

Кандидат технических наук, доцент **О.Е. Битютская** – заведующая кафедрой «Технологии продуктов питания» Керченского государственного морского технологического университета (ФГБОУ ВО «КГМТУ»);

Доктор технических наук, профессор **Н.В. Сокол** – заместитель заведующего кафедрой технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (ФГБОУ ВО «КубГАУ»);

Кандидат биологических наук, доцент **Л.И. Булли** – доцент кафедры «Технологии продуктов питания» Керченский государственный морской технологический университет (ФГБОУ ВО «КГМТУ»);

Л.М. Есина – Заведующая сектором технологии переработки водных биоресурсов отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (АзНИИРХ)

Кандидат наук госуправления **Н.Ф. Мазалова** – доцент кафедры технологии продуктов питания;

О.В. Никитенко – заведующая учебной лабораторией – кафедра технологии продуктов питания – Керченский государственный морской технологический университет (ФГБОУ ВО «КГМТУ»)

THE USE OF MICROALGAE IN THE TECHNOLOGY OF FUNCTIONAL FOOD COMPOSITIONS

Doctor of Technical Sciences, Professor **L.V. Donchenko** – Director of the Research Institute of Biotechnology and Food Certification of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin” / (FSBEI HE Kuban SAU), Research Institute of Biotechnology and Food Certification; Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **O.E. Bityutskaya** – Head of the Department of Food Technology of the Kerch State Marine Technological University (KSMTU); Doctor of Technical Sciences, Professor **N.V. Sokol** – Professor, Deputy Head of the Department “Technologies of storage and processing of crop products” Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin” (FSBEI HE Kuban SAU); Candidate of Biological Sciences, Associate Professor **L.I. Bulli** – Associate Professor of the Department of Food Technology, Kerch State Marine Technological University (KSMTU); **L.M. Esina** – Head of the Sector of Technology for Processing Aquatic Bioresources of the Kerch Department of the Azov-Black Sea Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Educational Institution (AzNIIRH) Candidate of Sciences of Public Administration **N.F. Mazalova** – Associate Professor of the Department of “Food Technology” Kerch State Marine Technological University (KSMTU); **O.V. Nikitenko** – Head of the Educational Laboratory of the Department – Department of “Food Technology” Kerch State Marine Technological University (KSMTU)

Search of innovative approaches in development of health food products rich in essential food nutraceuticals is becoming increasingly important in the modern world. Microalgae as a source of biologically active compounds have shown a high potential to meet the needs of the population from a therapeutic, prophylactic and environmental point of view. The article analyzes the main nutraceuticals of microalgae (*Arthrospira platensis* (cyanobacterium), *Dunaliella salina*, *Diacronema lutheri*, *Tetraselmis viridis*), formulates food compositions of functional orientation with their use (food seasoning for minced fish and jelly concentrate), recommendations for use in health-improving diets were given

Ключевые слова:

микроводоросли, цианобактерии, аквакультура, нутрицевтики, функциональные пищевые ингредиенты

Keywords:

microalgae, cyanobacteria, aquaculture, nutraceutical, functional food ingredients

@ niibiotechn@mail.ru; olha989306@yandex.ru; sokol_n.v@mail.ru; L_bulli@mail.ru; esina_L_m@azniirkh.ru; mazalovanf@gmail.com; txm.kafedra@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

К 2050 г. количество производимого в настоящее время продовольствия для удовлетворения потребности ожидаемого населения в 9,8 млрд человек должно удвоиться [1]. В настоящее время примерно один миллиард человек потребляет недостаточно белка; кроме того, по прогнозам, традиционных источников белка будет недостаточно [2]. Белки животного происхождения по-

требляются в большем количестве, чем растительные, однако, учитывая обостряющиеся экологические и этические проблемы, апогей популярности вегетарианства и веганства, спрос на растительный белок в мире постоянно увеличивается. Тенденцию усиливает ссылка ЮНЕП (United Nations Environment Program) на зоонозное происхождение большинства эпидемий и пандемий. Согласно заявлению Исполни-

тельного директора ЮНЕП Ингер Андерсен: «... COVID-19 нанес серьезный ущерб здоровью человека, обществу и экономике во всех уголках мира. Это зоонозное заболевание, которое передается от животных к человеку. Оно может быть худшим, но оно не является первым. Мы уже знаем, что 60 процентов известных инфекционных заболеваний человека и 75 процентов всех новых инфекционных заболеваний имеют зоонозное происхождение» (Программа ООН по окружающей среде, июль 2020 г.). Микроводоросли, как источники белка и биологически активных соединений, продемонстрировали высокий потенциал для удовлетворения потребностей населения в устойчивом снабжении продовольствием; с экологической и лечебно-профилактической точки зрения обладают рядом преимуществ по сравнению с другим используемым сырьем. Следует отметить, что «микроводоросли» не являют-

В современном мире все большую актуальность приобретает поиск инновационных подходов к разработке оздоровительных пищевых продуктов, богатых эссенциальными пищевыми нутриентами. Микроводоросли, как источник биологически активных соединений, продемонстрировали высокий потенциал для удовлетворения потребностей населения с лечебно-профилактической и с экологической точек зрения. В статье проведен анализ основных нутриентов микроводорослей (*Arthrospira platensis* (цианобактерия), *Dunaliella salina*, *Dicranema lutheri*, *Tetraselmis viridis*), предложены рецептуры пищевых композиций функциональной направленности с их применением (пищевая приправа для рыбных фаршей и концентрат киселя), даны рекомендации к употреблению в оздоровительных рационах питания.

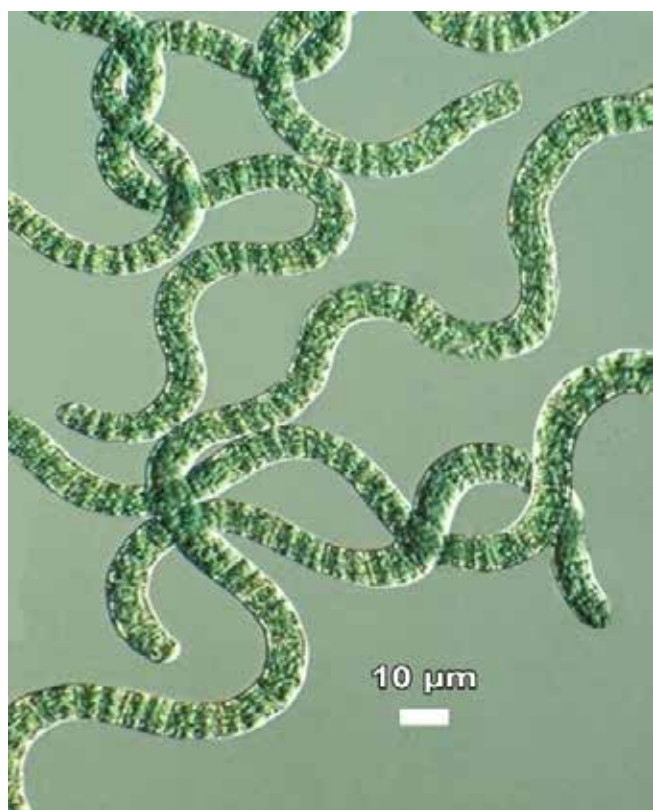


Рисунок 1. Цианобактерия *Arthrospira platensis* Gomont (1892) (сентябрь, 2022)

Figure 1. Cyanobacteria *Arthrospira platensis* Gomont (September, 2022)

ся таксономическим термином, это, скорее, понятие функционально-экологическое. В качестве последнего оно тождественно понятию «одноклеточные/монадные окислительные фототрофы» [1; 3]. Первыми окислительными фототрофами на Земле были сине-зеленые водоросли – цианобактерии, их относят к филу *Cyanobacteria*, домену (мегагруппе) *Eubacteria*. Все остальные микроводоросли (окислительные фототрофы) относятся к домену *Eucarya* (эукариот) [3; 4].

Ещё менее 70 лет назад микроводоросли в контексте оздоровительного питания упоминались редко. В отличие от макрофитов почти ни один вид из микроводорослей не может быть собран в естественных популяциях в достаточном количестве; требуются технологии культивирования и сбора урожая биомассы для дальнейшего промышленного использования. Единственными микроводорослями, для которых существуют исторические свидетельства до 1900 г. о приеме их человеком в качестве пищи, являются цианобактерии рр. *Nostoc* и *Arthrospira* (= *Spirulina*). Наиболее известной и широко используемой в пищевой и кормовой промышленности является цианобактерия *Arthrospira platensis* Gomont, 1892 (= *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler, 1925) [4]. Спирулина отличается высокой продуктивностью и пищевой ценностью, характеризуется «...типично белковой направленностью биосинтеза, содержит до 75% белка, имеет большие размеры клеток (до 500 мкм)» [5], является объектом культивирования, причем, при выращивании за счет изменения состава питательной среды, корректируется химический состав микроводоросли. Согласно недавнему рыночному отчету, опубликованному Credence Research, ожидается, что к 2023 г. мировой рынок спирулины будет демонстрировать среднегодовой темп роста 10% в текущем периоде и к 2026 г. будет оцениваться почти в 2000 млн долл. США из-за таких факторов как более широкое применение спирулины в косметике или недавнее одобрение фикоцианина в качестве естественного синего красителя для пищевых продуктов [6]. В России сегодня потребителю предлагается широкий ассортимент спирулины и БАД на ее основе от разных производителей: БАД Спирулина Splatensis (Китай), БАД Спирулина ВЭЛ (Индия), Elite Spirulina (Монголия), Long life (Китай), Now Spirulina (США), Спирулина Алтэя, Altavita, ВЭЛ+селен (Россия) и др.; с повышенным содержанием микроэлементов выпускают таблетированную «Спирулину-Сочи НЦ-ВК» (ООО «Агро-Виктория», Россия), предлагают спирулину, законсервированную фруктозным сиропом «Спирулина Альга» и в виде экстракта с фруктозой «Рамикс» (НПО «Биосоль» МГУ, Россия) и другие.

Перспективными объектами культивирования являются и такие микроводоросли как *Chlorella vulgaris* Beijerinck, 1890, *Dunaliella salina* (Dunal) Teodoresco, 1905, *Haematococcus pluvialis* Flotow, 1844, *Tetraselmis viridis* (Rouchijajnen) R. E. Norris, Hori & Chihara, 1980 (= *Platymonas viridis* Rouchijajnen, 1966), *Diacronema lutheri* (Droop) Bendif & Véron, 2011 (= *Pavlova lutheri* (Droop) J. C. Green, 1975, = *Monochrysis lutheri* Droop, 1953), *Isochrysis galbana* Parke, 1949. Указанные микроводоросли являются ценным источником разнообразных нутрицевтиков и имеют статус GRAS (Generally Recognized as Safe – FDA) [6], их применяют для профилактики и лечения широкого круга заболеваний; тем не менее, некоторые из этих свойств еще должны быть подтверждены серьезными клиническими испытаниями. Использование биомассы микроводорослей или ее производных метаболитов стало инновационным подходом к разработке оздоровительных пищевых продуктов.

Цель исследований – изучение пищевой ценности и разработка пищевых композиций функциональной направленности с применением микроводорослей (*Arthrospira platensis* (цианобактерия), *Dunaliella salina*, *Diacronema lutheri*, *Tetraselmis viridis*).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Культуры микроводорослей *D. salina*, *D. lutheri*, *T. viridis*, *A. platensis* были предоставлены ФИЦ ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН из собственной коллекции. Выращивание микроводорослей проводили в 2022 г. в лабораторных условиях ФГБОУ ВО «КГМУ», обеспечивающих альгологическую чистоту культуры, в стеклянных баллонах (10-литровых) [7], колбах, полиэтиленовых одноразовых пакетах с постоянной аэрацией с помощью компрессоров. *Arthrospira platensis* выращивали в открытых стеклянных аквариумах (среда Zarrouk). Среда

готовили на фильтрованной и трижды термически пастеризованной, при 75-80°C, морской воде. Для приготовления питательной среды использовали химически чистые соли макро- и микроэлементов, согласно прописи [8]. Для наращивания инокулята применяли среду Гольдберга в модификации Кабановой, затем для интенсивного культивирования водорослей – более концентрированную среду Конвея с корректированием в процессе выращивания азота, фосфора и серы [8]. Культуру микроводоросли *D. salina* выращивали на модифицированной питательной среде, разработанной Shaish с соавторами [9]. Модификация заключалась в добавлении морской соли до концентрации в растворе 120 г/дм³. Изменение продукционных показателей биомассы водоросли, в зависимости от условий выращивания, изучали по динамике её абсолютных величин приростов.

При определении концентрации клеток микроводорослей использовали камеру Горяева и микроскопы Биолам ЛОМО, LCD Micro (объективы: x20, x40), фотосъемку проводили с помощью трихinelлоскопа с электронным выводом изображения «СТЕЙК V вар.3» (увеличение 10-200).

В условиях эксперимента, в период с мая по октябрь, в интенсивной культуре *A. platensis* плотность биомассы составляла 2,5 г/л (8,0% влаги). Концентрация *D. salina* в суспензии составляла 20-40 млн клеток в 1 мл (продуктивность культуры – 0,5-0,7 г а.с.в./л). При интенсивном режиме выращивания (с подачи CO₂) концентрация суспензии *D. lutheri* составляла 400-700 млн кл./мл (продуктивность – 0,5-1,0 г а.с.в./л). Продуктивность, выращенной нами культуры микроводоросли *T. viridis*, достигала 0,4-0,6 г а.с.в./л.

Исследования химического состава проводили с применением стандартных методов, принятых в комплексном химическом анализе: общее содержание азотистых веществ – по методу Кьельда-

Таблица 1. Микроводоросли и их биологически активные соединения /
Table 1. Microalgae and their biologically active compounds

Микроводоросли	Биологически активные соединения	Источник
<i>Arthrospira platensis</i> Gomont, 1892	Фикобилипротеины: фикоцианин, аллофикоцианин	[17, 18, 19]
	ПНЖК: γ -линоленовая, α -линоленовая, линолевая, стеарионовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая и арахидоновая	[20, 21]
	Хлорофилл a, b	
	Витамины и каротиноиды: B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, D и E, β -каротин, лютеин, астаксантин	[6, 22, 23]
<i>Dunaliella salina</i> (Dunal) Teodoresco, 1905	Сульфатированные полисахариды	[24]
	Витамины и каротиноиды: β -каротин, хлорофилл a и b, astaxanthin, зеаксантин, кантаксантин, фитон, фитофлюен, криптоксантин, витамины A, D, E, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₆ , B ₉ , C	[6, 20, 22, 25, 26]
	ПНЖК: α -линоленовая кислота, олеиновая кислота, эруковая кислота	[20, 22]
	Фитостеролы: брассикастерин, цитостерол, сигмастерол	[6, 27]
	Фенольные соединения: α - и β -ионона, неофитадиен, фитол	[28, 29]
<i>Diacronema lutheri</i> (Droop) Bendif & Véron, 2011	Минеральные вещества: селен, железо, магний	[30]
	Витамины и каротиноиды: витамин B ₂ , PP, β -каротин	[20, 21]
<i>Tetraselmis viridis</i> (Rouchijajnen) R. E. Norris, Hori & Chihara, 1980	ПНЖК: линолевая, α -линоленовая кислота, докозагексаеновая кислота, эйкозапентаеновая кислота, арахидоновая	
	Витамины и каротиноиды: витамин C, β -каротин	[31]
	Производные ароматических углеводов: фенолкарбоновые кислоты	[32]
	ПНЖК: линолевая кислота, эйкозапентаеновая кислота, γ - и α -линоленовая кислота, олеиновая кислота, арахидоновая кислота	[21]
	Органические кислоты	[33]
	Экзополисахариды	[31]

ля с применением автоазотоанализатора фирмы FOSS; минеральных веществ – гравиметрически, после сжигания при температуре 600-700°C, состав макро- и микроэлементов – методом капиллярного электрофореза; определение аминокислот – методом капиллярного электрофореза Капель 205M; жирнокислотный состав – методом газо-жидкостной хроматографии ГХ Кристалл 2000M. Оценку биологической ценности белков проводили по методу Н.Н. Mitchell & R.J. Block [10], в соответствии с которым рассчитывается показатель аминокислотного сгора.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Многочисленные биологически активные соединения микроводорослей, являющихся объектом исследования, по своему биохимическому составу и физиологической активности дополняют друг друга (табл. 1).

Сине-зеленая водоросль (цианобактерия) *Arthrospira platensis* Gomont, 1892 (сем. Microcoleaceae) является всемирным лидером среди растений по своему составу и свойствам (рис. 1,2). Известны способы получения обогащенной биомассы спирулины цинком, хромом, селеном [11-13], а также – способы выделения фикоцианина и фикобилипротеинов [14-16]. Фикоцианин, выделенный из цианобактерий, является водорастворимым, нетоксичным флуоресцентным белком с сильными антиоксидантными, противовоспалительными и противоопухолевыми свойствами. На основе фикоцианина разработан новый термостабильный препарат с антиоксидантными свойствами, благодаря наличию в его

составе антиоксидантного энзима супероксиддисмутазы (СОД) и фикоцианина белкового пигмента со способностью нейтрализовать негативное воздействие свободных радикалов. Важным является тот факт, что антиоксиданты, полученные из натуральных источников, являются более эффективными по сравнению с синтезированными химическим путем [15, 16].

Еще одной особенностью биохимического состава спирулины является значительное содержание сульфатированных полисахаридов, отличающихся высокой биологической активностью: они оказывают угнетающее действие на РНК- и ДНК-содержащие вирусы, обладают селективным ингибирующим действием на вирус иммунодефицита человека, противомикробной, антикоагулянтной, осморегулирующей активностью. Сульфатированные полисахариды, наряду с гликопротеидами, являются основой противоопухолевых препаратов, получаемых из водорослей [24; 31].

Сушеная спирулина (рис. 2) используется в качестве улучшителей свойств теста, продлевает сроки хранения, а также повышает качество готовых хлебобулочных изделий, их биологическую ценность [34; 35], в пивоварении спирулина применяется как препарат для интенсификации брожения [36], в молочной промышленности с участием спирулины получают безалкогольный лечебно-профилактический напиток, показанный при гастроэнтерологических заболеваниях и расширяющий ассортимент лечебных напитков на основе молочной сыворотки (в данном случае спирулина используется в виде наполнителя) [37].

В отличие от *A. platensis*, произрастающей в пресной и солоноватоводной среде, следующие три вида являются представителями морской биоты.

Dunaliella salina (Dunal) Teodoresco, 1905 – галофильная микроводоросль (класс Chlorophyceae) (рис. 3), способная синтезировать целый ряд соединений (табл. 1), среди которых особый интерес вызывает группа каротиноидов, обладающих антиоксидантной активностью; высокая концентрация β -каротина (до 60-70% общего содержания) обуславливает оранжево-красный оттенок одноклеточной водоросли и защищает от интенсивного света [30]. Благодаря богатому составу каротиноидов, *D. salina* используется в качестве биологически активной добавки как общеукрепляющее и профилактическое средство [38]. К особенностям строения микроводоросли и, как следствие, легкой перевариваемости, следует отнести отсутствие клеточной стенки, в этом случае от осмотического давления клетки, произрастающую в условиях повышенной



Рисунок 2. Измельченная сине-зеленая водоросль *A. platensis* Gomont (1892)

Figure 2. Crushed blue green *Alga A. platensis* Gomont (1892)

Таблица 2. Содержание макронутриентов микроводорослей /
Table 2. Macronutrient content of microalgae

Объект исследований	Массовая доля, %, среднее $\pm$ SD; n = 3		
	белка	липидов	углеводов
<i>Arthrospira platensis</i>	58,2 $\pm$ 0,2	3,9 $\pm$ 0,2	24,2 $\pm$ 0,4
<i>Dicranema lutheri</i>	30,2 $\pm$ 0,4	33,2 $\pm$ 0,1	16,7 $\pm$ 0,4
<i>Tetraselmis viridis</i>	19,2 $\pm$ 0,3	38,0 $\pm$ 0,1	10,0 $\pm$ 0,1
<i>Dunaliella salina</i>	34,0 $\pm$ 0,2	22,8 $\pm$ 0,1	18,2 $\pm$ 0,2

Таблица 3. Аминокислотный состав белка *A. platensis* /
Table 3. Amino acid composition of the protein *A. platensis*

Название аминокислоты	Содержание, г/100 г белка	Содержание в идеальном белке, г/100 г (ФАО/ВОЗ, 2013)	Аминокислотный скор, %
Валин	5,6	4,0	140
Изолейцин	3,8	3,0	127
Лейцин	8,4	6,1	138
Лизин	5,4	4,8	113
Метионин + Цистин	2,3 + 0,4	2,3	117
Треонин	5,7	2,5	228
Триптофан	1,0	0,66	152
Фенилаланин + Тирозин	4,5 + 3,9	4,1	205
Гистидин	3,5	1,6	219
Аланин	5,2	-	-
Аргинин	5,6	-	-
Аспарагиновая кислота	9,1	-	-
Глицин	5,6	-	-
Глутамин	12,7	-	-
Серин	4,6	-	-
Таурин	2,6	-	-
Биологическая ценность, %	53,0		
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, U, U→1		0,7	
Показатель сопоставимой избыточности, σ _c		10,2	

солености (до 10%), защищает высокое содержание глицерина [39].

Фитостеролы микроводорослей и *D. salina*, в частности, известны благодаря их способности снижать уровень холестерина ЛПНП (более чем на 15%) и способствовать здоровью сердечно-сосудистой системы [40]. Кроме того, сообщалось, что фитостеролы участвуют в противовоспалительной и антиатерогенной, противораковой и антиоксидантной активности [41] и могут обеспечивать защиту от расстройств нервной системы, таких как аутоиммунный энцефаломиелит, боковой амиотрофический склероз или болезнь Альцгеймера [27].

Биологические функции фенольных соединений, также присутствующих в микроводорослях, очень разнообразны, обладают антиоксидантной, противовоспалительной, антимикробной активностью, замедляют прогрессирование некоторых видов рака и снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний, нейродегенеративных заболеваний и диабета [6; 28; 42].

D. salina нашла применение в пищевой промышленности, например, при разработке рецептур желе-мармелада. Внесение спиртового экстракта микроводоросли не только повышает антиоксидантную активность мармелада, но и придает ему изумрудно-зеленую окраску и позволяет исключить применение искусственных красителей [30].

Diacronema lutheri (Droop) Bendif & Véron, 2011 – жгутиковая подвижная микроводоросль (класс Pavlovophyceae), отличается липидной направленностью биосинтеза, особенно способностью к образованию ПНЖК (табл. 1) [43]. Следует отметить,

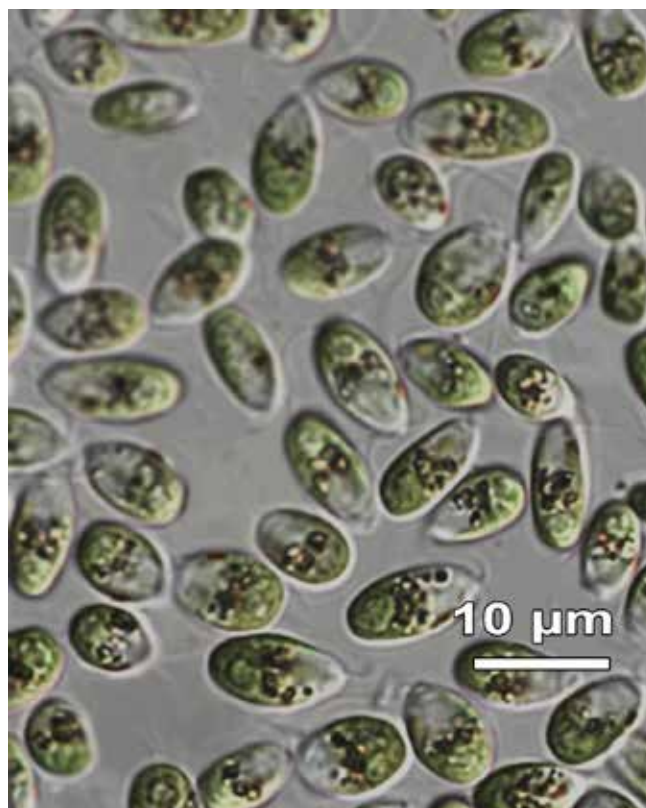


Рисунок 3. *Dunaliella salina* (Dunal) Teodoresco (1905) (сентябрь, 2022)

Figure 3. Green microalgae *Dunaliella salina* (Dunal) Teodoresco (1905) (September, 2022)

Таблица 4. Жирнокислотный состав липидов микроводорослей /
Table 4. Fatty acid composition of microalgae lipids

Жирные кислоты	Наименование микроводорослей		
	<i>Diacronema lutheri</i> [53]	<i>Tetraselmis sp.</i> [21]	<i>Dunaliella salina</i> [55]
12:0	-	0,01± 0,01	0,37±0,05
14:0	0,3±0,1	0,17 ± 0,05	1,60±0,10
14:1 ω5	0,1±0,1	1,01 ±0,16	0,07±0,01
15:0	0,4±0,1	-	0,09±0,01
15:1 ω5	0,1±0,1	-	0,29±0,01
16:0	28,1 ±3,4	23,29 ±1,0	45,41±0,35
16:1 ω7	4,0±0,6	1,96±0,32	0,25±0,06
16:1 ω 9	17,0±2,3	-	-
16:2 ω 6	0,1±0,1	-	-
16:3	0,2±0,1	3,44±0,18	-
16:4	0,1±0,1	17,16±1,57	-
17:0	0,2±0,1	-	0,19±0,02
17:1 ω7	-	-	-
17:1 ω9	1,8±0,2	-	0,49±0,06
18:0	2,1±1,0	-	1,65±0,43
18:1 ω 7	3,1±0,3	-	-
18:1 ω 9	5,6±1,0	12,11±0,32	11,69±0,06
18:1 ω11	-	-	6,78±0,03
18:2 ω 6	10,6±1,8	12,81±0,57	9,87±0,01
18:3 ω 6 (GLA)	-	0,74±0,06	-
18:3 ω 3(ALA)	10,2 ±3,6	13,99±0,4	21,19±0,10
18:4 ω 3	0,2±0,1	3,62±0,05	-
20:0	0,1±0,1	-	0,11±0,01
20:1 ω 9	-	1,50±0,05	-
20:1 ω 7	0,1±0,1	-	-
20:2 ω 6	0,2±0,1	0,21 ± 0,18	-
20:3 ω 6	0,2±0,1	-	-
20:4 ω 6	следы	-	-
20:4 ω 3	-	1,65±0,12	-
20:5 ω 3	10,1±2,1	6,10±0,49	-
22:4 ω 6	-	-	-
22:0	0,3±0,1	-	-
22:6 ω 3	1,4±0,3	-	-
ΣНЖК	31,5±4,9	23,47±1,01	49,42±0,09
ΣМНЖК	31,8±4,7	16,57±0,71	19,55±0,08
ΣПНЖК	33,3±8,0	59,72±1,53	31,06±0,12
Σ ω3 ЖК	21,9±2,7	25,36±0,73	21,19±0,1
Σ ω6 ЖК	10,9±2,61	13,76±3,95	9,87±0,01
ω6/ω3	0,49	0,54	0,47

что интерес к микроводорослям, как альтернативному источнику ПНЖК, растет, вероятно, из-за отсутствия специфического запаха, неприятного вкуса, токсических соединений, присущих порой традиционному источнику ПНЖК – рыбьему жиру. В сухом веществе клеток *D. lutheri*, в зависимости от условий выращивания, может содержаться от 22 до 40% липидов.

Tetraselmis viridis (Rouchijajnen) R. E. Norris, Hori & Chihara, 1980 – морская зеленая жгутиковая микро-

водоросль (класс Chlorodendrophyceae), богатая белком и высокомолекулярными жирными кислотами (рис. 4). Почти все культивируемые морские виды водорослей содержат в своем составе докозагексаеновую и эйкозапентаеновую жирные кислоты, за исключением *Dunaliella*, у *Tetraselmis* присутствует только эйкозапентаеновая кислота (табл. 1). На основе биомассы *T. viridis* разработана БАД, «...выявлена антиоксидантная активность, обусловленная наличием β-каротина, витамина С, хлорофилла и

органических кислот» [31]. Положительной особенностью строения является отсутствие у ее клеток плотной оболочки [6; 22], благодаря чему культуры *T. chui*, *T. suecica* и *T. tetrahele* широко используются в качестве корма в аквакультуре [44].

Культивирование микроводорослей в основном осуществляется в автотрофном режиме с использованием, в качестве источника, энергии света, однако водоросли могут культивироваться и в гетеротрофных условиях, проявляя при этом антибактериальную активность и пробиотические свойства, которые могут усиливаться при изменении трофических условий. Так, гетеротрофная культура *T. suecica* имеет следующие преимущества перед автотрофной: увеличение выхода экзополисахаридов (ЭПС) (в 4 раза), более высокая антиоксидантная способность ЭПС, в то же время «...концентрация каротиноидов и хлорофиллов а и в значительно снижается (до 12 и 1%, соответственно; $p < 0,05$), что объясняется отсутствием света в гетеротрофных культурах» [45]. Антиоксидантная активность может быть связана с процентным содержанием галактурановой и глюкуроновой кислот, присутствующих в составе ЭПС микроводорослей. Гетеротрофные ЭПС имели в своем составе сульфат, содержание сульфатов и уроновых кислот связывают, согласно Mendiola et al. [46] и Sun et al. [47], с увеличением восстанавливающей способности свободных радикалов [48].

Морские микроводоросли, богатые фитосоединениями, такими как фитостеролы, ПНЖК, каротиноиды, полисахариды, витамины и другими, проявляют выраженные антиоксидантные и антиканцерогенные свойства, что позволяет предложить больше преимуществ при их использовании в качестве возможных натуральных нутрицевтиков для фармацевтической промышленности и функциональных пищевых ингредиентов [45].

Химический состав биомассы микроводорослей представлен в таблице 2. *A. platensis*, выращенная в лабораторных условиях, характеризуется высоким содержанием белка (до 60%), аминокислотный состав включает все незаменимые аминокислоты (табл. 3); наряду с другими аминокислотами в белках спирулины содержится довольно много таурина, эта непротеиногенная серосодержащая аминокислота считается условно необходимой и выполняет разнообразные физиологические функции: участвует в осморегуляции, стабилизации клеточ-



Рисунок 4. Зеленая водоросль *Tetraselmis viridis* (Rouchijajnen) R. E. Norris, Hori & Chihara (1980) (октябрь, 2022)

Figure 4. Green microalgae *Tetraselmis viridis* (Rouchijajnen) R. E. Norris, Hori & Chihara (1980) (October, 2022)

ных мембран, гомеостазе кальция, нейромодуляции, энергетическом метаболизме и др. [49-52].

Результаты анализа жирнокислотного состава свидетельствуют о его значительном различии для культивируемых микроводорослей (табл. 4). С изменением условий среды при культивировании, прежде всего температуры, доля эссенциальных жирных кислот может существенно меняться, и это отражается на их биологической ценности [53; 54].

«...По данным ООН, каждый человек на планете потребляет в среднем 16 кг рыбы и морепродуктов в год, включая аквакультуру. Среднее содержание ЭПК+ДГК в биомассе рыб и беспозвоночных составляет 2 мг на 1 г (Gladyshev et al., 2009). Отсюда

Таблица 5. Рецепт растительной функциональной пищевой композиции (ФПК) /

Table 5. Recipe of a vegetable functional food composition

Соотношение ингредиентов ФПК, %					
<i>Diacronema luther</i>	<i>Tetraselmis viridis</i>	<i>Dunaliella salina</i>	Кориандр	Мускатный орех	Укроп сушеный
22,5	21,9	14,9	10,5	6,8	23,3

Таблица 6. Пищевая ценность функциональной пищевой композиции /

Table 6. Chemical composition of the functional food composition

Наименование продукта	Массовая доля, %		
	белок	углеводы, вкл. клетчатку	жир
ФПК с микроводорослями	18,4 ± 0,5	19,3 ± 0,2	23,6 ± 0,1

Таблица 7. Рецептуры концентратов киселя, обогащенного спирулиной /
Table 7. Kissel concentrate recipes enriched with spirulina

Наименование компонента	Масса компонента, кг на 100 кг смеси для концентрата киселя со спирулиной					
	яблоком и имбирем	абрикосом	виноградом и яблоком	киви и бананом	топинамбуром	морковью
Концентрат сушеный яблока	8,80	-	3,25	-	5,50	-
Концентрат сушеный абрикоса	-	7,00	-	-	-	-
Концентрат сушеный винограда	-	-	6,05	-	-	-
Концентрат сушеный киви	-	-	-	3,25	-	-
Концентрат сушеный банана	-	-	-	6,05	-	-
Спирулина измельченная	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	35,00
Абрикосы сушеные кусочками	-	5,00	-	-	-	-
Сушеный измельченный имбирь	0,50	-	-	-	0,50	-
Сушеный измельченный топинамбур	-	-	-	-	12,00	-
Сушеная измельченная столовая морковь	-	-	-	-	-	12,00
Сушеная измельченная зелень укропа*	-	-	-	-	0,50	0,30
Сахар белый кристаллический	50,20	47,50	50,20	50,20	-	0,20
Соль пищевая	-	-	-	-	0,30	0,30
Пектин	10,00	10,00	10,00	10,00	15,00	10,00
Овсяное толокно	-	-	-	-	30,70	31,20
Мука льняная	-	-	-	-	5,00	10,50
Лимонная кислота	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

легко подсчитать, что ежесуточное среднее потребление ЭПК+ДПК человеком составляет около 0,1 г» [56]. Рекомендуемое ежесуточное потребление ω -3 для взрослых составляет около 1000 мг, минимальное – 250 мг, для детей с 14 лет значения РСП выше – 1200-1600 мг. Дефицит физиологически важных ПНЖК в питании человечества очевиден.

Нами предложено введение трех микроводорослей в рецептуру растительной функционально-пищевой композиции (ФПК) (табл. 5), сочетание ингредиентов получено с помощью математического моделирования, уточнения, с целью получения приемлемых органолептических характеристик продукта, внесены в результате эксперимента; при разработке модели учитывались значения основных нутриентов и жирно-кислотный состав липидов (соотношение НЖК:МНЖК:ПНЖК и ω 6: ω 3), позволяющее максимально сбалансировать питательность композиции. Выбор таких ингредиентов как зелень сушеного укропа, мускатный орех и кориандр позволили придать ФПК насыщенный аромат и вкус, в то же время их концентрация не придавала резкого избыточного привкуса и запаха готовой продукции.

Для подготовки микроводорослей к введению их в ФПК, полученную биомассу промывали дистиллированной водой, центрифугировали при 5000 об/мин в течение 10-15 мин, отделяли супернатант, осадок (водорослевую массу) высушивали (вакуумная сушка) и измельчали. Содержание морской соли, в сушеных водорослях, не должно превышать 8%.

ФПК предназначена для введения, в количестве 15%, в фаршевые формованные изделия, например, в рыбные хлебцы из хека, минтая, бычка. ФПК

позволит обогатить рыбный фарш легкоусвояемым белком, липидами (ПНЖК 9% общего содержания в липидах), витаминами и углеводами, заменить поваренную соль морской, снизив содержание хлористого натрия – 77,5-97,7% против 99,5-99,7% в поваренной соли. ФПК придает необычный внешний вид готовому кулинарному изделию, окрашивая его в зеленоватый цвет. Энергетическая ценность ФПК составляет 364 кКал/100 г (табл. 6).

Разработан также ассортиментный ряд сухого напитка киселя, обогащенного спирулиной (табл. 7). Употребление 250 мл напитка позволяет восполнить рацион белком (6,0% РСП), железом (12-15% РСП), медью (45% РСП), селеном (1% РСП), витамином В₁ (12% РСП) и В₂. (15% РСП), при СД II рекомендуется напиток со спирулиной и топинамбуром (без сахара). В качестве рекомендации, для улучшения вкуса предлагается введение сухого вина (11 об.%) из расчета 125 мл на 1,0 л напитка.

Введение пектина позволяет придать напитку детоксицирующие свойства и снизить калорийность продукта, по сравнению с традиционным введением крахмала, в 5,7-5,8 раз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование микроводорослей, в качестве источника ценных биологически активных соединений, в пищевой промышленности сопряжено с некоторыми трудностями, главным образом из-за недостаточно развитых технологий и процессов, связанных с выращиванием и переработкой микроводорослей, что требует, в свою очередь, увеличения инвестирования в исследования и организацию

производства по культивированию и переработке микроводорослей. В последние годы большой интерес вызвала возможность использования микроводорослей и их метаболитов для инновационных нутрицевтиков, функциональных пищевых ингредиентов и обогащающих пищевых композиций.

В работе исследована пищевая ценность водорослей *Dunaliella salina*, *Dicronema lutheri*, *Tetraselmis viridis*, *Arthrospira platensis*, разработаны варианты использования микроводорослей в качестве ингредиентов в пищевых композициях с потенциальной пользой для здоровья. Антиоксидантная, гипотензивная, иммуномодулирующая, противораковая и гепатопротекторная активность некоторых соединений, полученных из микроводорослей, их высокая усвояемость, а также возможность искусственного массового выращивания определяют дальнейший интерес к выбранным объектам исследований.

Работа выполнена в рамках научного проекта «Разработка технологии функциональных пищевых композиций из микро- и макрофитов» (рег. Номер 122082200077-5).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Л.В. Донченко** – идея работы, подготовка заключения, окончательная проверка статьи; **О.Е. Битютская** – подготовка введения, анализ данных, технологическая часть, подготовка статьи; **Н.В. Сокол** – сбор и анализ литературных данных, вопросы апробации, подготовка статьи; **Л.И. Булли** – культивирование микроводорослей, сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Л.М. Есина** – вопросы соответствия требованиям безопасности и качества, подготовка статьи; **Н.Ф. Мазалова** – подготовка и анализ базы данных, технологическая часть, подготовка статьи; **О.В. Никитенко** – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The work was carried out within the framework of the scientific project "Development of technology of functional food compositions from micro- and macrophytes" (reg. Number 122082200077-5).

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **L.V. Donchenko** – the idea of the work, preparation of the conclusion, final verification of the article; **O.E. Bityutskaya** – preparation of the introduction, data analysis, technological part, preparation of the article; **N.V. Sokol** – collection and analysis of literary data, issues of approbation, preparation of the article; **L.I. Bulli** – cultivation of microalgae, data collection and analysis, article preparation; **L.M. Esina** – issues of compliance with safety and quality requirements, article preparation; **N.F. Mazalova** – database preparation and analysis, technological part, article preparation; **O.V. Nikitenko** – data collection and analysis, article preparation.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Caporgno M.P. Trends in Microalgae Incorporation into Innovative Food Products with Potential Health Benefits / Martin P. Caporgno, Alexander Mathys // *Frontiers in Nutrition*. – 2018. – Vol. 5. – Pp. 2-10. DOI: 10.3389/fnut.2018.00058.
2. Production and supply of high-quality food protein for human consumption: sustainability, challenges, and innovations / G. Wu, J. Fanzo, D.D. Miller, P. Pingali, M. Post, J. L. Steiner, A.E. Thalacker-Mercer // *Ann N Y Acad. Sci.* – 2014. – 1321 – Pp.1-19. DOI: 10.1111/nyas.12500.
3. Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / Под ред. Ю. Н. Токарева, З. З. Финенко, Н. В. Шадрина; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 454 с.
3. *Microalgae of the Black Sea: problems of biodiversity conservation and biotechnological use* / Edited by Yu. N. Tokarev, Z. Z. Finenko, N. V. Shadrin; NAS of Ukraine, Institute of Biology of the South Seas. – Sevastopol: EKOSI-Hydrophysics, 2008. – 454 p.
4. Guiry M. D. *Algae Base*. Всемирная Электронная публикация / Guiry M. D. & Guiry GM. – Национальный университет Ирландии, Голуэй. – 2020. – URL: <https://www.algaebase.org>.
5. Гнатченко Л. Г. Опыт интенсивного выращивания микроводоросли спирулины (*Spirulina platensis*) / Л. Г. Гнатченко, И. И. Писаревская, А. П. Иванюта // *Труды ЮгНИРО*. – 1994. – Т. 40. – С. 106-110.
5. Gnatchenko L. G. Experience of intensive cultivation of microalgae spirulina (*Spirulina*) / L. G. Gnatchenko, I. I. Pisarevskaya, A. P. Ivanyuta // *Proceedings of YugNIRO*. – 1994. – Vol. 40. – Pp. 106-110.
6. Garcia J.L. Microalgae, old sustainable food and fashion nutraceuticals / Jose L. Garcia, Marta de Vicente, Beatriz Galan // *Microbial Biotechnology*. – 2017. – Vol. 10. – pp. 1017-1024. URL: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12800>.
7. Sargebous L.P. Manual of the production and use of live food for aquaculture / L. P. Sargebous. – Rome : FAO, 1996. – 295 p. (FAO Fisheries Technical Paper; no. 361).
8. Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток / Л. В. Спекторова, С. Л. Паньков, Е. С. Проскурина, С. В. Шершов, [и др.]. – М.: ВНИРО, 1986. – 63 с.
8. Instructions for mass breeding of marine unicellular algae and rotifers / L. V. Spectorova, S. L. Pankov, E. S. Proskurina, S. V. Shershov, [et al.]. – M.: VNIRO, 1986. – 63 p.
9. Shaish A. Effect of inhibitors on the formation of stereoisomers in the biosynthesis of β -carotene in *Dunaliella bardawil* / A. Shaish, M. Avron & A. Ben-Amotz // *Plant and cell physiology*, 1990. – 31(5). – pp. 689-696. DOI: 10.1093/oxfordjournals.pcp.a077964.
10. Mitchell H.H. Some relationships between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for the rat / H. H. Mitchell, R. J. Block // *J. biol. Chem.* – 1946. – 69(4). – pp. 387-91. DOI:10.1093/jn/69.4.387.
11. Пат. 2320195 Российская Федерация, МПК A23J3/20, A23J3/32, C12N1/12, C09B061/00. Способ получения белкового препарата из цианобактерий / Мазо В. К., Гмошинский И. В.; заявитель и патентообладатель: В. К. Мазо. – № 2006118740/13; заявл. 31.05.2006; опубл. 27.03.2008. – Бюл. № 9.
11. Pat. 2320195 Russian Federation, IPC A23J3/20, A23J3/32, C12N1/12, C09B061/00. A method for obtaining a protein preparation from cyanobacteria / Maso V. K., Gmoshinsky I. V.; applicant and patent holder: V. K. Maso. – No. 2006118740/13; application No. 31.05.2006; publ. 27.03.2008. – Byul. No. 9.
12. Пат. 2277124 Российская Федерация, МПК C12N1/12, C12R1/89. Способ получения обогащенной цинком биомассы спирулины (*Spirulina platensis*) [Текст] / Попова Виктория Викторовна (RU), Пронина Наталья Александровна (RU), Налимова Анна Александровна (RU), и [др.]; патентообладатель: Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской Академии Наук (RU). – № 2004136239/13; заявл. 10.12.2004; опубл. 27.05.2006. – Бюл. № 22.
12. Pat. 2277124 Russian Federation, IPC C12N1/12, C12R1/89. A method for obtaining zinc-enriched biomass of spirulina (*Spirulina*) [Text] / Victoria Viktorovna Popova (RU), Natalia Alexandrovna Pronina (RU), Anna Alexandrovna Nalimova (RU) and [others.]; patent holder: K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology of the Russian Academy of Sciences (RU). – No. 2004136239/13; application No. 10.12.2004; publ. 27.05.2006. – Byul. No. 22.
13. Пат. 2199582 Российская Федерация, C12N1/12, A61K33/04, A23L1/337, C12N1/12, C12R1/89. Способ получения обогащенной селеном биомассы спирулины (*Spirulina platensis*) / Пронина Н. А., Ковшова Ю. И., Попова В. В., и [др.]; патентообладатель: Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской Ака-

- демии Наук (RU). – № 2000126580/13; заявл. 24.10.2000; опубл. 27.02.2003. – Бюл. № 6.
13. Pat. Russian Federation 2199582, C12N1/12, A61K33/04, A23L1/337, C12N1/12, C12R1:89. Method for obtaining selenium-enriched biomass of spirulina (Spirulina) / Pronina N. A., Kovshova Yu. I., V. Popova, V., and [others.]; patent holder: K. A. Timiryazev Institute of Plant Physiology of the Russian Academy of Sciences (RU). – No. 2000126580/13; application No. 24.10.2000; publ. 27.02.2003. – Byul. No. 6.
14. Береговая Н.М. Способы получения и использования С-фикоцианина (обзор) / Н.М. Береговая // Экология моря. – 2010. – Спец. вып. 80. – С. 12-16.
14. Beregovaya N.M. Methods of obtaining and using C-phycocyanin (review) / N.M. Beregovaya // Ecology of the sea. – 2010. – Spec. issue 80. – Pp. 12-16.
15. Рудик В. Способ получения фикоцианина из *Spirulina platensis* (Nordst.). Geitl. / В. Рудик, В. Бульмага // Альгология. – 2000. – 10, № 2. – С. 350-354.
15. Rudik V. Method of obtaining phycocyanin from *Spirulina platensis* (North America) Geitl. / V. Rudik, V. Bulmaga // Algologiya. – 2000. – 10, № 2. – Pp. 350-354.
16. Пат. 3781 MD, C12N1/12. Способ получения антиоксидантного термостабильного препарата из биомассы цианобактерии *Spirulina platensis* / Рудик В., Бульмага В., Ефремова Н. (MD). – Заявлено 18.03.2008, BOPI nr. 12/2008. Дата выдачи патента 2009.08.31. URL: http://aitt.asm.md/files/tmp/366.384.40_Procedeu_nou_de_obăinere_a_preparatului_antioxidant_rus [1].
16. Pat. 3781 MD, C12N1/12. A method for obtaining an antioxidant thermostable drug from the biomass of cyanobacterium *Spirulina platensis* / Rudik V., Bulmaga V., Efremova N. (MD). - Announced 18.03.2008, BOPI No. 12/2008. The date of issue of the patent is 2009.08.31. URL: http://aitt.asm.md/files/tmp/366.384.40_Procedeu_nou_de_obăinere_a_preparatului_antioxidant_rus [1].
17. Antioxidant and anti-inflammatory properties of C-phycocyanin from blue-green algae C. Romy, J. Armesto, D. Ramirez, R. González, N. Ledon, I. García // Inflamm Res. – 1998. – 47(1). – Pp. 36-41. DOI: 10.1007/s000110050256.
18. Hirata, T. Antioxidant activities of phycocyanobilin prepared from *Spirulina platensis* / T. Hirata, M. Tanaki, M. Ooi, T. Tsunomura, M. Sagakuchi // J. Appl. Phycol. – 2000. – Vol. 3. – Pp. 435-439.
19. Sonani R.R. Recent advances in production, purification and applications of phycobiliproteins / R.R. Sonani, R.P. Rastogi, R. Patel & D. Madamwar // World Journal of Biological Chemistry. – 2016. – 7(1). – Pp. 100-109. – URL: <http://dx.doi.org/10.4331/wjbc.v7.i1.100>. PMID:26981199.
20. Pereira C.S. Phosphoenolpyruvate phosphotransferase system regulates detection and processing of the quorum sensing signal autoinducer-2 / C. S. Pereira, A. J. Santos, M. Bejerano-Sagie, P.B. Correia, J.C. Marques and K. B. Xavier // Mol. Microbiol. – 2013. – 84. – Pp. 93-104. DOI: 10.1111/j.1365-2958.2012.08010.x.
21. Effects of long chain fatty acid synthesis and associated gene expression in microalga *Tetraselmis* sp. / T. C. Adarme-Vega, S. R. Thomas-Hall, D. K. Lim and P. M. Schenk // Mar. Drugs. – 2014. – 12. – Pp. 3381-3398. DOI: 10.3390/md12063381.
22. Bishop W.M. Evaluation of microalgae for use as nutraceuticals and nutritional supplements / W.M. Bishop and H.M. Zubeck // J. Nutr. Food Sci. – 2012. – 2. – Pp. 147. DOI: 10.4172/2155-9600.1000147.
23. Sun M. Phylogeny of the Rosidae: A dense taxon sampling analysis / M. Sun, R. Naeem, J. X. Su, Z. Y. Cao, J. G. Burleigh, P. S. Soltis, D. E. Soltis & Z.D. Chen // Journal of Systematics and Evolution. – 2016. – 54(4). – Pp. 363-391.
24. Разработка методов выделения из гидробионтов БАВ радиозащитного и инсулиноподобного действия: отчет о НИР / ЮгНИРО; рук-ль темы № 12: А.Г. Губанова; исполн.: Г.С. Христоферзен, Л.Я. Полищук, Л.П. Борисова, О.Е. Битютская, и [др.]. – Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 1994. – 71 с. – Библиогр.: с. 66-71. – № ГР 78020859. – Инв. Б-814808.
24. Development of methods for isolating radioprotective and insulin-like BAS from hydrobionts: research report / YugNIRO; hand of topic No. 12: A.G. Gubanova; executor: G.S. Khristoferzen, L.Ya. Polishchuk, L.P. Borisova, O.E. Bityutskaya, and [others.]. – Kerch: YugNIRO Publishing House, 1994. – 71 p. – Bibliogr.: pp. 66-71. – No. GR 78020859. – Inv. B-814808.
25. Верушкина О.А. Аральский штамм микроводоросли *Dunaliella salina* AR-1 как источник биологически активных веществ / О.А. Верушкина, Е.Н. Баймурзаев, А.К. Тонких // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. – 2022. – 5(95). – URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/1358>.
25. Verushkina O.A. Aral strain of microalgae *Dunaliella Salina* AR-1 as a source of biologically active substances / O.A. Verushkina, E.N. Baymurzaev, A.K. Tonkikh // Universe: chemistry and biology: electron. scientific. journal. – 2022. – 5(95). – URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/1358>
26. Henríquez, V. Carotenoids in microalgae / V. Henríquez, C. Escobar, J. Galarza and J. Gimpel // Subcell Biochem. – 2016. – 79. – Pp. 219-237.
27. Luo X. Advances in microalgae-derived phytosterols for functional food and pharmaceutical applications / X. Luo, P. Su, W. Zhang // Mar Drugs. – 2015. – Vol. 13. – Pp. 4231-4254.
28. Plaza M. Screening for bioactive compounds from algae / M. Plaza, S. Santoyo, L. Jaime, G.-B. Reina, G., M. Herrero, F. J. Señorán, E. Ibáñez // J. Pharm. Biomed. Anal. – 2010. – 51 (2). –Pp. 450-455. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2009.03.016>.
29. Biologically Active Metabolites Synthesized by Microalgae / Michele Greque de Moraes, Bruna da Silva Vaz, Etiele Greque de Moraes, and Jorge Alberto Vieira Costa // BioMed Research Internationa. – 2015. – Article ID 835761. – URL : <https://doi.org/10.1155/2015/835761>.
30. Использование экстракта микроводоросли *Dunaliella salina* в технологии желеино-фруктового мармелада / Е.А. Кузнецова, Я. Бриндза, Е.В. Климова, А.Б. Боровков и другие // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4 – №2. – С. 14-17.
30. The use of *Dunaliella Salina* microalgae extract in the technology of jelly-fruit marmalade / E.A. Kuznetsova, Ya. Brindza, E.V. Klimova, A.B. Borovkov and others // Food industry. – 2019. – Vol. 4 – No. 2. – Pp. 14-17.
31. Разработка препарата биологически активной добавки на основе биомассы водоросли *Tetraselmis viridis* / Е.А. Кузнецова, В.А. Гаврилина, Е.В. Климова., Я. Бриндза и другие // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. – № 3. – С. 46-50.
31. Development of a preparation of a biologically active additive based on the biomass of *Tetraselmis viridis* algae / E.A. Kuznetsova, V.A. Gavrilina, E.V. Klimova, Ya. Brindza and others // Technology and commodity science of innovative food products. – 2021. – No. 3. – Pp. 46-50.
32. Шалыго Н. Медицинские аспекты альгологии / Николай Шалыго // Наука и инновации. – 2018. – № 2(180). – С. 20-23. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/meditsinskie-aspekty-algologii/viewer>.
32. Shalygo N. Medical aspects of algology / Nikolay Shalygo // Science and Innovation. – 2018. – № 2(180). – Pp. 20-23. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/meditsinskie-aspekty-algologii/viewer>.
33. Comparative effects of biomass pre-treatments for direct and indirect transesterification to enhance microalgal lipid recovery / Naghdi, F. G., Thomas-Hall S. R., Durairatnam R., Pratt S., Schenk P. M. // ORIGINAL RESEARCH article Front. Energy Res., 04 December 2014. Sec. Bioenergy and Biofuels. – URL: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2014.00057>.
34. Пат. 2450522 Российская Федерация, МПК A21D2/36, A21D8/02. Способ производства хлебобулочных изделий для профилактического питания / Белявская Ирина Георгиевна (RU), Лямин Михаил Яковлевич (RU), Черных Валерий Яковлевич (RU), Гришина Лариса Николаевна (RU); патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государствен-

- ный университет пищевых производств» (RU). – № 2010148012/13; заявл. 25.11.2010; опубл. 20.05.2012. – URL: <http://ru-patent.info/24/50/2450522.html>.
34. Pat. 2450522 Russian Federation, IPC A21D2/36, A21D8/02. Method of production of bakery products for preventive nutrition / Belyavskaya Irina Georgievna (RU) Lyamin Mikhail Yakovlevich (RU), Chernykh Valery Yakovlevich (Rus.), Grishina Larisa Nikolaevna T. (ru); patent holder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State University of Food Production" (RU). – No. 2010148012/13; application 25.11.2010; publ. 20.05.2012. – URL: <http://ru-patent.info/24/50/2450522.html>.
35. Технология пищевых продуктов функционального назначения: монография / А.А. Мазараки, М.И. Пересычный, М. Ф. Кравченко, и [др.]; под ред. д-ра техн. наук проф. М. И. Пересычного. – 2-е изд. – К.: Киев. нац. торг.-экон. ун-т, 2012. – 1116 с. (украинский язык).
35. Technology of functional food products: a monograph / A.A. Mazaraki, M.I. Peresychny, M. F. Kravchenko, and [others]; edited by Dr. of Technical Sciences prof. M. I. Peresychny. – 2-nd ed. – k.: Kiev. national trade.-ekon. un-t, 2012. – 1116 p. (Ukrainian).
36. Бидихова М. Э. Интенсификация брожения в пивоварении с использованием препарата *Spirulina platensis*: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.18.07) / Бидихова Марина Эльбрусовна – Москва, 2003. – 182 с.
36. Bidikhova M. E. Intensification of fermentation in brewing using the drug *Spirulina platensis*: abstract. dis. on the job. learned. step. Candidate of Technical Sciences (18.05.07) / Bidikhova Marina Elbrusovna - Moscow, 2003. – 182 p.
37. Пат. 2321272 Российская Федерация, МПК A23L1/337 A23L1/09. Продукт из микроводорослей и способ его получения [Электронный ресурс] / Мишенков Игорь Юрьевич (RU), Балеико Сергей Павлович (RU), Романов Евгений Александрович (RU); патентообладатель: Мишенков Игорь Юрьевич (RU); опубл. 10.04.2010. – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/232/2321272.html>.
37. Pat. 2321272 Russian Federation, IPC A23L1/337 A23L1/09. Microalgae product and method of its production [Electronic resource] / Mishenkov Igor Yuryevich (RU), Baleyko Sergey Pavlovich (RU), Romanov Evgeny Aleksandrovich T. (ru); patent holder: Mishenkov Igor Yuryevich (RF); publ. 10.04.2010. – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/232/2321272.html>.
38. Ланская Л.А. Культивирование водорослей // Экологическая физиология морских планктонных водорослей (в условиях культуры). – Киев: Наукова думка, 1971. – С. 5-21.
38. Lanskaya L.A. Cultivation of algae // Ecological physiology of marine planktonic algae (in culture conditions). – Kiev: Naukova dumka, 1971. – pp. 5-21.
39. Chen B.J. Process development and evaluation for algal glycerol production / B. J. Chen, C. H. Chi // Biotechnol Bioengin. – 1981. – 23. – Pp. 1267-1287. DOI: 10.1002/bit.260230608.
40. St-Onge, M.-P. Consumption of a Functional Oil Rich in Phytosterols and Medium-Chain Triglyceride Oil Improves Plasma Lipid profiles in Men / Marie-Pierre St-Onge, Benoit Lamarche, Jean-Francois Mauger, Peter J. H. Jones // Journal of Nutrition. – No. 133. – Pp. 1815-1820. DOI:10.1093/jn/133.6.1815.
41. De Stefani E. Plant Sterols and Risk of Stomach Cancer: A Case-Control Study in Uruguay / Eduardo De Stefani, Paolo Boffetta, Alvaro L. Ronco, Paul Brennan, Hugo Deneo-Pellegrini, Julio C. Carzoglio & Maria Mendilaharsu // Nutrition and Cancer. – 2000. – Vol. 379(2). – Pp. 140-144. PMID: 11142085.
42. Оксоалкенилзамещенные циклогексены. Ионы, метилионы и ироны с запахами фиалки, малины и ириса / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, Ле Туан Ань и [др.] // Основы органической химии душистых веществ для прикладной эстетики и ароматерапии / под ред. А. Т. Солдатенкова. – М.: ИКЦ Академкнига, 2006. – 240 с.
42. Oxoalkenyl substituted cyclohexenes. Ionones, methylionones and ions with the smells of violets, raspberries and iris / A.T. Soldatenkov, N.M. Kolyadina, Le Tuan An and [others] // Fundamentals of organic chemistry of fragrant substances for applied aesthetics and aromatherapy / edited by A. T. Soldatenkov. – M.: ICTS Akademkniga, 2006. – 240 p.
43. Meireles, Luis A. Lipid Class Composition of the Microalga *Pavlova lutheri*: Eicosapentaenoic and Docosaheptaenoic Acids / Luis A. Meireles, Catarina A. Guedes, F. Xavier Malcata // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2003. – 51 (8). – Pp. 2237-41. DOI: 10.1021/jf025952y.
44. Borowitzka M.A. Biology of Microalgae. Chapter 3 / M. A. Borowitzka // Microalgae in Health and Disease Prevention. – ACADEMIC PRESS, 2018. – Pp. 23-72. DOI: 10.1016/B978-0-12-811405-6.00003-7.
45. Geovanna P.-R. Antioxidant and Cytotoxic Effects on Tumor Cells of Exopolysaccharides from *Tetraselmis suecica* (Kyllin) Butcher Grown Under Autotrophic and Heterotrophic Conditions / Parra-Riofrio Geovanna; García-Márquez, Jorge; Casas-Arrojo, Virginia; Uribe-Tapia, Eduardo; Abdala-Díaz, Roberto Teófilo // Mar Drugs. – 2020. – Vol. 18 (11): 534. DOI: 10.3390/md18110534.
46. Mendiola J.A. Screening of functional compounds in supercritical fluid extracts from *Spirulina platensis* / J. A. Mendiola, L. Jaime, S. Santoyo, G. Reglero, A. Cifuentes, E. Ibañez, F. J. Señoráns // Food Chem. – 2007. – Vol. 102. – Pp. 1357-1367. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.06.068.
47. Sun L. Preparation of different molecular weight polysaccharides from *Porphyridium cruentum* and their antioxidant activities / L. Sun, C. Wang, Q. Shi, C. Ma // Int. J. Biol. Macromol. – 2009. – Vol. 45. – Pp. 42-47. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2009.03.013.
48. De Jesus Raposo M.F. Bioactivity and Applications of Polysaccharides from Marine Microalgae / Maria F. de Jesus Raposo, Rui M.S.C. Morais, Alcina M.de Morais // Mar Drug. – 2013. – Vol. 4511(1). – Pp. 233-252. DOI i: 10.3390/md11010233.
49. Taurine in health and diseases: consistent evidence from experimental and epidemiological studies / Yukio Yamori, Takashi Taguchi, Atsumi Hamada, Kazuhiro Kunimasa, Hideki Mori, Mari Mori // J Biomed Sci. – 2010. – 17. Suppl 1: S6. DOI: 10.1186/1423-0127-17-S1-S6.
50. Huxtable R. J. Physiological actions of taurine / R. J. Huxtable // Physiol Rev. – 1992. – Vol. 72(1). – Pp. 101-63. DOI: 10.1152/physrev.1992.72.1.101.
51. Seidel, U. Taurine: A Regulator of Cellular Redox Homeostasis and Skeletal Muscle Function / Ulrike Seidel, Patricia Huebbe, Gerald Rimbach // Mol Nutr Food Res. – 2019. – Vol. 63(16): e1800569. DOI: 10.1002/mnfr.201800569.
52. Ito T. The effect of taurine on chronic heart failure: actions of taurine against catecholamine and angiotensin II / Takashi Ito, Stephen Schaffer, Junichi Azuma // Amino Acids. – 2014. – Vol. 46(1). – Pp. 111-9. DOI: 10.1007/s00726-013-1507-z.
53. Фролов А.В. Влияние состава жирных кислот корма на выживаемость, скорость роста и состав липидов *Artemia salina* // В сб. Корма и методы кормления объектов марикультуры. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 20-37.
53. Frolov A.V. The effect of the composition of fatty acids of feed on survival, growth rate and lipid composition of *Artemia Salina* // In Sat. Feeds and methods of feeding mariculture objects. – M.: VNIRO, 1988. – Pp. 20-37.
54. Scott A.P. Unicellular algae as a food for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae the importance if dietary long-chain polyunsaturated fatty acids / A. P. Scott, C. Middleton // Aquaculture. – 1979. – Vol. 18. – Pp. 227-240. – URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(79\)90014-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(79)90014-0).
55. Cakmak Y.S. Biochemical composition and bioactivity screening of various extracts from *Dunaliella salina*, a green microalga / Y. S. Cakmak, M. Kaya, M. A. Ozusaglam // EXCLI Journal – 2014. – Vol. 13. – Pp. 679-690. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4464408>.
56. Гладышев М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека / М.И. Гладышев // Journal of Siberian Federal University. Biology. – 2012. – Т. 5. – С. 352-386. – URL: <https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/9554/Gladyshev.pdf?sequence=1>.
56. Gladyshev M.I. Essential polyunsaturated fatty acids and their food sources for humans / M.I. Gladyshev // Journal of the Siberian Federal University. Biology. - 2012. – Vol. 5. - Pp. 352-386. – URL: <https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/9554/Gladyshev.pdf?sequence=1>.

Использование пептидов шпротного вторичного сырья в производстве соусной продукции

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-98-106

Доктор технических наук,
профессор **О.Я. Мезенова** –
заведующая кафедрой;

студентка направления
«Биотехнология» **Е.В. Андреева** –
Кафедра пищевой биотехнологии
Калининградского
государственного технического
университета (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Доктор наук **J.-Th. Mörsel** –
генеральный директор
Научно-исследовательской
и консультационной лаборатории,
г. Альтландсберг, Германия

@ mezenova@klgtu.ru;
andreeva.lizonka@gmail.com;
thomas.moersel@ubf-research.com

Ключевые слова:

высокотемпературный
гидролиз, шпротные отходы,
низкомолекулярные пептиды,
соусная продукция, облепиха,
функциональный пищевой
продукт

Keywords:

high-temperature hydrolysis,
sprat waste, low molecular
weight peptides, sauce products,
sea buckthorn, functional food
product

THE USE OF PEPTIDES OF SPRAT SECONDARY RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF SAUCE PRODUCTS

Doctor of Technical Sciences, Professor **O.Ya. Mezenova** – Head of the Department;
student of the direction "Biotechnology" **E.V. Andreeva** –
Department of Food Biotechnology of Kaliningrad State Technical University (KSTU)
Doctor of Sciences **J.-Th. Mörsel** – General Director of the Research and Consulting
Laboratory, Altlandsberg, Germany

The relevance of the topic is justified by the demand for fish sauce products of increased nutritional value, the underutilization of the biopotential of sprat waste and sea buckthorn growing in the Kaliningrad region. The chemical composition, amino acid composition of proteins of the peptide and protein-mineral additives, made by the method of high-temperature hydrolysis from the heads of smoked sprats, was studied. The high biological activity and digestibility of the peptide sprat additive is shown. Using the method of mathematical planning of the experiment, a mathematical model was obtained that reflects an adequate relationship between the organoleptic assessment of the sauce and the content of the main components. On the basis of this model, the optimal dosages of the peptide additive and rye flour were established, which determine the desired taste, aromatic and structural properties of the sauce. The formulation and technology of four types of original sauce products with the use of sprat peptide additive, rye flour, cream and sea buckthorn oil have been developed. The formulation and technology of four types of original sauce products with the use of sprat peptide additive, rye flour, cream and sea buckthorn oil have been developed. The organoleptic quality indicators of the resulting sauces with and without the addition of sea buckthorn oil have been established. The general chemical composition of sauce products was studied, indicating its balance in terms of the content of proteins, fats and carbohydrates. A high content of carotenoids in sauces with sea buckthorn additives and their functionality in terms of beta-carotene content have been established. The general chemical composition of sauce products was studied, indicating its balance in terms of the content of proteins, fats and carbohydrates. A high content of carotenoids in sauces with sea buckthorn additives and their functionality in terms of beta-carotene content have been established.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Дефицит качественного белка в рационе человека сегодня остается одной из главных проблем продовольственной безопасности в России. При физиологической суточной норме белка 70-90 г средне статистический россиянин потребляет животного белка не более 60 г. [1]. Источником полноценного белка и незаменимых аминокислот могут стать органические белковые массы побочного рыбного сырья [2; 3].

В Калининградской области балтийская килька относится к одному из основных объектов промысла. Здесь вырабатывается около 80% всех российских консервов «Шпроты в масле». При этом на всех рыбоконсервных предприятиях остро стоит вопрос о переработке отходов – голов кильки горячего копчения [4]. На основных производителях данных консервов – рыбоконсервном комплексе ООО «РосКон» и СПК «Рыболовецкий колхоз «За Родину» – за сутки накапливается от 700 кг до 2 т копченых голов кильки. При этом в ближайшее время на СПК «За Родину», с запуском на полную мощность нового консервного цеха, их количество может увеличиться до 6-8 т/сутки. Эти рыбные отходы обладают ценным химическим составом, поскольку являются источником полноценного белка, жира и минеральных веществ (кальция, фосфора и др.). Важно, что копченое сырье не может быть использовано в кормовом производстве, поскольку содержит коптильные компоненты, противопоказанные животным. Напротив, в питании человека копченые рыбные продукты исторически являются желанными закусочными продуктами, а присутствие коптильных компонентов ускоряет процесс переваривания, интенсифицируя выделение желудочного сока [5].

На кафедре пищевой биотехнологии разработана технология, позволяющая из данного сырья получать пептидные и белково-минеральные добавки методом глубокого высокотемпературного гидролиза. В получаемой пептидной добавке содержится до 90% низкомолекулярных пептидов с молекулярной массой (ММ) менее 10 кДа. Установлено, что пептиды этой размерной группы, полученные из коллагенсодержащего рыбного сырья, потенциально обладают высокой биологической активностью, тканеспецифичностью, антисептическими и антиоксидантными свойствами, а также являются источниками ценных аминокислот, участвующими в синтезе многих тканей, в том числе – опорно-двигательного аппарата [6; 7]. Данные характеристики обуславливают актуальность их использования во многих пищевых системах. Апробирован их положительный эффект в продуктах спортивного питания [8], мясных функциональных продуктах [9], в составе биопродуктов антистрессового назначения [10]. С учетом порошкообразного состояния, специфических органолептических свойств (присутствуют аромат и вкус копченой рыбы),

Актуальность темы обоснована востребованностью рыбной соусной продукции повышенной пищевой ценности, недоиспользуемостью биопотенциала шпротных отходов и произрастающей облепихи в Калининградской области. Исследован химический состав, аминокислотный состав белков пептидной и белково-минеральной добавок, изготовленных способом высокотемпературного гидролиза из голов копченой кильки. Показана высокая биологическая активность и усвояемость пептидной шпротной добавки. Методом математического планирования эксперимента получена математическая модель, отражающая адекватную зависимость между органолептической оценкой соуса и содержанием основных компонентов. На основании данной модели установлены оптимальные дозировки пептидной добавки и ржаной муки, обуславливающие заданные вкусо-ароматические и структурные свойства соуса. Разработаны рецептура и технология оригинальной соусной продукции четырех видов с использованием шпротной пептидной добавки, ржаной муки, сливок и облепихового масла. Установлены органолептические показатели качества полученных соусов с добавлением и без добавления облепихового масла. Исследован общий химический состав соусной продукции, свидетельствующий об ее сбалансированности по содержанию белков, жиров и углеводов. Установлено высокое содержание в соусах с облепиховой добавкой каротиноидов и их функциональность по содержанию бета-каротина. Показана безопасность разработанных соусов по содержанию стеролов, в том числе наличию холестерина. Предложены рекомендации по употреблению оригинальной соусной продукции в соответствии с суточными нормами потребления биологически активных компонентов.

высокой биологической ценности и полной растворимости в водных системах рационально применение получаемых пептидных добавок в соусной продукции.

На территории Калининградской области широко произрастает облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.), ягоды которой являются источником ценных липидов, витаминов, минеральных веществ. Из нее получают пищевые продукты более 1000 наименований (соки, масла, джемы, вина и др.). На сегодняшний день этот потенциал в регионе, к сожалению, полноценно не реализуется, хотя ее плоды можно назвать концентратом биологически активных компонентов, в том числе – минорных парафармацевтиков. Особенно много в плодах облепихи витаминов С, А, каротиноидов, бета-каротина, токоферолов [11].

По данным Минздрава РФ и мониторинга ученых, в среднем у 60-80% населения России наблюдается дефицит витамина А в питании [12]. Бета-каротин обладает выраженными антиоксидантными свойствами, является биологически активным участником синтеза ви-

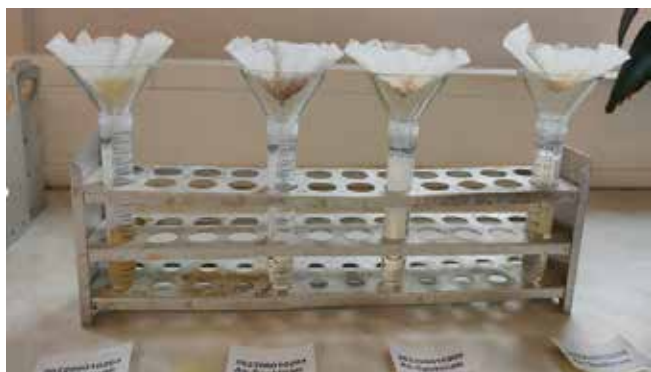


Рисунок 1. Подготовка проб к анализу аминокислотного состава пептидной биодобавки

Figure 1. Preparation of samples for the analysis of the amino acid composition of a peptide supplement

тамина А, который играет важную роль в развитии лимфоцитов и реакции иммунной системы, необходим для поддержания работы клеток кожи, дыхательной и пищеварительной систем. Установлено повышенное количество бета-каротина и токоферола (витамин Е) в жировой фракции плодов облепихи, которые являются

активными натуральными антиоксидантами [13; 14].

Литературные данные о применении облепиховых компонентов (добавок на основе жмыха, масла, сока) также свидетельствуют о рациональности их введения в различные продукты, в том числе соусные композиции [15; 16].

Соусы занимают привлекательную нишу на рынке пищевых продуктов, они не только улучшают вкусо-ароматические характеристики многих вторых блюд, но и возбуждают аппетит, тем самым повышая усвояемость пищи. Соусы являются продуктом массового потребления поликомпонентного состава. Одним из преимуществ соусной продукции является возможность моделирования его рецептур, в том числе путем обогащения ценными биологически активными веществами. В этой связи проектирование соуса, обогащенного низкомолекулярными пептидами шпротного происхождения и биологически активными компонентами облепихи представляется перспективным. В зависимости от состава такие композиции могут потенциально обладать гастрономической привлекательностью, функциональностью и профилактическим эффектом.

Целью исследования являлась оценка пищевого биопотенциала низкомолекулярных пеп-

Таблица 1. Содержание белка и жира в шпротных добавках, г/100 г /

Table 1. Protein and fat content of sprat additives, g/100 g

Показатель	Пептидная добавка	Минерально-белковая добавка
Белок	81,4	60,9
Жир	4,2	11,0

Таблица 2. Аминокислотный состав пептидной добавки /

Table 2. Amino acid composition of the peptide supplement

Аминокислоты	Содержание, г/100г белка
Аланин	9,56
Аргинин	1,13
Аспарагин	0,29
Аспарагиновая кислота	1,11
Глутамин	1,18
Глутаминовая кислота	2,95
Глицин	3,22
Гистидин	13,27
Изолейцин	1,62
Лейцин	2,77
Лизин	3,93
Метионин	0,84
Орнитин	0,71
Фенилаланин	1,4
Пролин	1,26
Серин	2,26
Таурин	28,17
Треонин	1,73
Тирозин	1,55
Валин	2,42

тидов, полученных из голов копченой кильки, и облепихового масла, а также разработка оригинальных рецептур соусов и обоснование их применения.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные эксперименты проводили в научно-исследовательской лаборатории UBF Untersuchungs-, Beratungs-, Forschungslaboratorium GmbH в Альтлансберге, Германия.

В головах копченой кильки содержатся белки со всеми незаменимыми аминокислотами, уникальные жиры с полиненасыщенными жирными кислотами, витамины группы В, микроэлементы, нуклеиновые кислоты, водорастворимые азотистые соединения, полезные копильные компоненты, выполняющие в сырье функции консервантов, антиоксидантов, вкусо-ароматических добавок [17]. Для получения пептидной фракции шпротное сырье измельчали, термически высокотемпературным способом гидролизовали в водной среде, а образующуюся суспендированную массу фракционировали центрифугированием. Водная часть гидролизата направлялась на концентрирование и сублимирование, представляя собой пищевую добавку, состоящую из низкомолекулярных пептидов с содержанием условного белка более 80%. Осадочная фракция, не отдельно растворившаяся в воде, фракция высушивалась конвекционно, после чего тонко измельчалась с получением пищевой добавки минерально-белкового состава. Обе добавки имели мелкодисперсную структуру, коричневый цвет, аромат и вкус были специфическими, со «шпротными» оттенками [18].

В экспериментах использовали облепиховое масло марки Alpvital, которое выполняло роль не только источника БАВ, но и носителя специфических вкусо-ароматических свойств соуса, а также компенсировало некоторые «шпротные» ароматы.

При оценке биопотенциала сырья использовали следующие методики: количественное определение белка проводили методом Кьельдаля (ГОСТ 7636); содержание жира определяли гравиметрическим методом с экстракцией по Сокслету (ГОСТ 7636); содержание каротиноидов проводили фотоколориметрическим методом; для оценки безопасности по содержанию стеролов использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии. Аминокислотный состав определяли методом спектрального анализа с применением газовой хроматографии (рис. 1, 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения содержания белка в пептидной и минерально-белковой добавках, полученных из голов копченой кильки, представлены в таблице 1. Видно, что пептидная добавка является концентратом протеинового материала (81,4%) при низкой жирности (4,2%), хотя в минерально-белковой добавке содержа-

ние протеина также довольно высокое (60,9%). Однако повышенная жирность (11,0%) и специфические свойства (нерастворимость в водных системах) не позволили нам рекомендовать эту добавку к использованию в сухих продуктах.

Для оценки пищевой ценности белка был проведен аминокислотный анализ пептидной добавки, показавший, что она содержит все незаменимые аминокислоты, за исключением триптофана, который разрушается при подготовке пробы (табл. 2). Из заменимых аминокислот установлено повышенное содержание таурина (28,17%), гистидина (13,27%) и аланина, которые выполняют важные физиологические функции в организме. Таурин (2-аминоэтансульфоновая кислота) может поставляться в организм исключительно с животным сырьем, особенно богаты им морепродукты. Это основной осморегулятор клетки, мембранный протектор, регулятор внутриклеточного кальция, обладающий свойствами антиоксиданта,



Рисунок 2. Анализ содержания жира в образцах биодобавок

Figure 2. Analysis of fat content in dietary supplement samples

детоксикатора, который участвует в обмене жиров и жирорастворимых витаминов, влияет на воспалительные процессы. Одна из ключевых функций таурина, о которой стало известно сравнительно недавно, это защита тканей организма от стресса и поражений [19]. Гистидин входит в состав активных центров многих ферментов, является предшественником в биосинтезе гистамина. Он необходим для образования гемоглобина, отвечающего за перенос кислорода и углекислого газа в организме. Кроме того, гистидин помогает выводить из организма тяжелые металлы, восстанавливать ткани и укреплять иммунитет [20].

При проектировании рецептуры соуса, в качестве основы (контроля), была взята классическая рецептура сливочного соуса, в составе которой основными компонентами являются пшеничная мука и сливки [21].

В экспериментальных рецептурах проектируемого соуса вместо пшеничной использовали ржаную муку, поскольку известно ее более высокое содержание пищевых волокон, являющихся не только функциональными ингредиентами (по ГОСТ Р 54059-2010), но и обладающих эмульгирующими свойствами, что важно при получении многокомпонентных соусов, устойчивых по консистенции [22]. Литературные данные были подтверждены авторскими исследованиями составов пшеничной и ржаной муки, использованных в экспериментах (табл. 3). Анализ полученных данных позволил сделать выбор в пользу ржаной муки еще и по показателю калорийности, как менее



Рисунок 3. Опытные образцы соусов

Figure 3. Experimental samples of sauces

калорийного компонента соусов, что важно при разработке диетических и низкокалорийных заливок.

Для оптимизации рецептуры соуса по основным вкусовым и структурообразующим компонентам использовали один из методов математического моделирования, а именно – центральный ортогональный композиционный план 2-го порядка для двух факторов [23]. В качестве параметра оптимизации (Y) использовали органолептическую оценку соуса, оцененную по 5-бальной шкале с шагом от 1 до 5. В качестве изменяемых факторов были выбраны: X_1 – масса пептидной добавки (г/100 г) с интервалом варьирования 2 г/100 г и X_2 – масса ржаной муки (г/100 г) с интервалом варьирования 0,5 г/100 г.

В результате проведения эксперимента и обработки полученных данных была разработана первоначально кодированная математическая модель, адекватно свидетельствующая о величине влияния ключевых факторов состава соуса (X_1 и X_2) на его органолептические свойства (Y). Видно, что общая органолептическая оценка продукта зависит в большей степени от массы пептидной добавки.

$$Y = 0,042 + 0,42X_1 - 0,5 \cdot X_1 \cdot X_2 + 2,79 \cdot X_1^2 + 1,35 \cdot X_2^2$$

Таблица 3. Сравнительные характеристики основных показателей химического состава пшеничной и ржаной муки [10] / **Table 3.** Comparative characteristics of the main indicators of the chemical composition of wheat and rye flour [10]

Показатель	Пшеничная мука	Ржаная мука
Калорийность, ккал/100г	334	298
Белок, г/100г	10,8	8,9
Жир, г/100г	1,3	1,7
Углеводы, г/100г	69,9	61,8
Пищевые волокна, г/100г	3,5	12,4

Таблица 4. Рецептуры соусов с применением пептидной шпротной добавки, в г на 100 г соуса / **Table 4.** Recipes of sauces using a peptide sprat additive, in g per 100 g of sauce

	Контроль	Пептидный соус	Облепихово-пептидный соус	Облепихово-пептидный соус в разведении с водой 50:50	Облепихово-пептидный соус в разведении с водой 70:30
Пшеничная мука	2	-	-	-	-
Ржаная мука	-	2,5	2,5	2,5	2,5
Масло сливочное 72,5%	5	2	2	2	2
Сливки 10%	93	34,7	64,7	24,7	39,7
Пептидная добавка	-	8	8	8	8
Облепиховое масло	-	-	20	10	15
Вода	-	50	-	50	30
Соль	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Перец Чили	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Лимонный сок	-	2	2	2	2
Орегано	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Базилик	-	0,2	0,2	0,2	0,2

Таблица 5. Органолептическая характеристика и содержание белка и жира в разработанной соусной продукции, г/100г / **Table 5.** Organoleptic characteristics and protein and fat content in the developed sauce products, g/100 g

Образец соуса	Органолептическая оценка	Белок	Жир
Контроль	Текстура однородная, густая, цвет молочный, по вкусу жирный, сливочный	2,76	12,95
Пептидный соус	Текстура однородная, более жидкая, цвет бежевый, аромат копчености с приятным привкусом копченой рыбы	7,63	5,04
Облепихово-пептидный соус	Текстура однородная, густая, цвет ярко-оранжевый, легкий аромат копчености, яркий кисловатый привкус облепихи	12,89	16,59
Облепихово-пептидный соус, разведение 50:50	Текстура однородная, жидкая, цвет светло-оранжевый, легкий аромат копчености, кисловатый привкус облепихи	5,49	10,65
Облепихово-пептидный соус, разведение 70:30	Текстура однородная, не густая, цвет оранжевый, легкий аромат копчености, кисловатый привкус облепихи	9,19	13,62

Таблица 6. Общий химический состав разработанных соусов / **Table 6.** General chemical composition of the developed sauces

Продукт	Белок, г на 100г продукта	Жир, г на 100г продукта	Углеводы, г на 100г продукта
Контроль	2,8	13,0	5,0
Пептидный соус	7,6	5,0	3,5
Облепихово-пептидный соус	12,9	16,6	4,3
Облепихово-пептидный соус, разведение 50:50	5,5	10,7	2,8
Облепихово-пептидный соус, разведение 70:30	9,2	13,6	3,4

Переход кодированной модели на натуральный уровень позволил получить модель, применимую для получения оценки качества и других прогнозов по свойствам нового соуса:

$$Y = 0,70Mt^2 + 5,4Mm^2 - 0,5Mt \cdot Mm - 9,7 \cdot Mt - 22,9 \cdot Mm + 66,6;$$

где Mt – масса пептидной добавки, Mm – масса муки.

На основании натуральной модели, методом ее дифференцирования, были найдены оптимальные значения дозирования пищевых ингредиентов в соусе: масса пептидной добавки – 8 г/100 г; масса муки – 2,5 г/100 г.

Следующим этапом исследования являлась подборка вкусо-ароматической рецептурной композиции с получением соусов высокой гастрономической привлекательности. В результате испытаний было приготовлено 5 опытных образцов:

- контроль, содержащий пшеничную муку и сливки;
- пептидный соус из ржаной муки, сливок и пептидной добавки;
- облепихово-пептидный соус с добавлением облепихового масла;
- облепихово-пептидный соус в разведении с водой 50:50;
- облепихово-пептидный соус в разведении с водой 70:30.

Рецептуры разработанных соусов представлены в таблице 4.

Технология производства экспериментальных образцов соусов включала следующие операции: приемка и оценка качества сырья; учет

количества сырья; растапливание сливочного масла; растворение в жировой фракции муки; смешивание со сливками; измельчение пептидной добавки со специями; смешивание всех ингредиентов; гомогенизация соуса; охлаждение; упаковка и маркировка продукта.

На рисунках 2 и 3 и в таблице 5 представлены экспериментальные данные по органолептической оценке и содержанию белка и жира в полученных образцах соуса.

Из данных рисунков 2,3 и таблицы 5 видно, что разработанные соусы имеют однородную текстуру, консистенция которой варьируется от густой до жидкой, в зависимости от разведения; вкус и аромат у всех соусов был приятный, с оттенком копчености; у облепихового соуса была выражена оригинальная кислинка. Данные соусы рекомендуется употреблять к рыбным блюдам, различным гарнирам и салатам в качестве оригинальной вкусовой добавки, а также – источника ценных аминокислот, натуральных жиров и витаминов облепихового происхождения. Рекомендуемое количество суточного потребления – до 200 граммов.

Анализ химического состава соусов показывает (табл. 6), что пептидная добавка обогатила соус белковыми компонентами, относительно контрольного соуса, в 2,7 раз. В пептидном соусе содержание белка увеличилось почти в 3 раза. В облепихово-пептидном соусе, за счет увеличенной концентрации, содержание белка выросло почти в 5 раз относительно контроля, при этом дальнейшее разведение не снизило данный показатель (он уменьшался примерно на 30%).

Таблица 7. Содержание каротиноидов в разработанной соусной продукции, мг/100г /
Table 7. Carotenoid content in the developed sauce products, mg/100g

Соусный продукт	Общее содержание каротиноидов	Бета-каротин
Облепихово-пептидный соус	9,48	3,36
Облепихово-пептидный соус, 50:50	3,28	1,16

Таблица 8. Содержание стеролов в разработанной соусной продукции /
Table 8. The content of sterols in the developed sauce products

Соусный продукт	Брассикастерол, мг/100г	Кампестерол, мг/100г	Стигмастерол, мг/100г	Бета-ситостерин, мг/100г	Холестерол (холестерин), мг/100г
Пептидный соус	0	0,44	0	0	2,15
Облепихово-пептидный соус, 50:50	0	0	0	0	0,17



Рисунок 4. Опытный образец облепихово-пептидного соуса

Figure 4. A prototype of sea buckthorn-peptide sauce

Суточная потребность человека в белке составляет от 75 до 114 г/сутки для мужчин и от 60 до 90 г/сутки для женщин (МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»). Если взять усредненное значение 80 г/сутки, то облепихово-пептидный соус будет функциональным по содержанию белка, так как в 100 г соуса содержится 16% суточной нормы белка.

Полезные свойства разработанных соусов оценивали также по содержанию каротиноидов – физиологически активных функциональных ингредиентов, обладающих антиоксидантными свойствами (табл. 7).

Физиологическая потребность бета-каротина (основная группа каротиноидов) для взрослых составляет 5 мг/сутки (МР 2.3.1.0253-21). Исходя из данных таблицы 6, можно сделать вывод, что облепиховые соусы без и с разведением являются функциональным продуктом по содержанию бета-каротина, так как его количество в суточной порции (5 мг) составляет соответственно 67,2%, что значительно выше 15% от физиологической суточной нормы.

Безопасность разработанных соусов проверяли по содержанию стеролов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Данные вещества потенциально могут быть привнесены с жировыми компонентами соуса (сливочным маслом, сливками, облепиховым маслом). Полученные данные приведены в таблице 8.

Из всех проанализированных стеролов (табл. 8) наибольшую опасность для организма представляет холестерин (холестерин). Остальные стеролы имеют в основном растительное происхождение (фитостерины), они структурно похожи на холестерин, но не откладываются на стенках сосудов. Попадая в организм, фитостерины уменьшают абсорбцию холестерина, тем самым снижая его содержание в крови и предотвращая отложение на стенках сосудов [24]. Количество холестерина, поступающего с пищей, в суточном рационе взрослых и детей не должно превышать 300 мг. Видно, что добавление облепихового масла уменьшает его содержание в готовом продукте. Адекватные уровни потребления других стеролов, установленные для β-ситостерина, β-ситостерола-D-гликозида и стигмастерина, составляют 100 мг в сутки для каждого (МР 2.3.1.0253-21). Из полученных данных видно, что пептидный и облепихово-пептидный соусы не нарушают данных требований и могут быть обоснованно названы не только биологически ценными, но и безопасными по содержанию стеролов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны оригинальные рецептуры поликомпонентных сливочных соусов, обогащенных

низкомолекулярными пептидами, полученными высокотемпературным способом из голов копченой кильки, и облепиховым маслом. Установлено высокое содержание протеиновых компонентов в пептидной добавке (81,4%) и обосновано их применение в соусной продукции.

Получена математическая модель базовой рецептуры соуса, позволяющая установить оптимальные дозировки пептидной добавки (8%) и ржаной муки (2,5%), определяющих вкусовой и структурообразующий эффекты соусов.

Обоснованы рецептуры 4-х видов соусов (пептидный и облепихово-пептидный) на базовой основе сливочных соусов с заменой пшеничной муки на ржаную и добавлением сливочного масла, сливок и вкусовых ингредиентов.

Установлены высокие органолептические свойства и химический состав экспериментальных образцов соусов по содержанию белка (5-12 г в разных образцах), жира (5-16 г в разных образцах) и бета-каротина (1-3,36 г в разных образцах). Доказано практическое отсутствие в готовых продуктах холестерина и других стеролов.

Показана функциональность новых соусов по содержанию белка и бета-каротина при суточной норме потребления 200 мг. Пептидный соус и облепихово-пептидный соус рекомендуются к пищевому использованию в качестве дополнения к готовым блюдам для придания им характерных вкусо-ароматических характеристик, а также для повышения их биологической ценности.

Разработанные соусы рекомендуются к потреблению широкими слоями населения, а также людям, страдающим дефицитом полноценного белка и витамина А.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **О.Я. Мезенова** – идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная редакция статьи; **Е.В. Андреева** – проведение эксперимента, сбор и анализ данных, подготовка первого варианта статьи; **Й.-Т. Мерзель** – консультирование эксперимента, обеспечение получения достоверных экспериментальных данных, их обсуждение и анализ.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **O.Ya. Mezenova** – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final revision of the article; **E.V. Andreeva** – conducting an experiment, collecting and analyzing data, preparing the first version of the article; **Y.-T. Merzel** – consulting the experiment, ensuring reliable experimental data, their discussion and analysis.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/

REFERENCES AND SOURCES

1. Тутельян В.А. Здоровое питание для общественного здоровья. // Общественное здоровье – 2021. – №1. – С.56-64.
1. Tutelyan V.A. Healthy nutrition for public health. // Public health – 2021. – No.1. – Pp.56-64.
2. Ким Э.Н. Рациональное использование рыбного сырья на основе его технологического потенциала / Э.Н. Ким, Л.Б. Гусева, Н.Л. Корниенко // Рыбное хозяйство. – 2021. – №4. – С. 106-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-4-106-110
2. Kim E.N. Rational use of fish raw materials based on its technological potential / E.N. Kim, L.B. Guseva, N.L. Kornienko // Fisheries. – 2021. – No. 4. – Pp. 106-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-4-106-110
3. Мезенова О.Я. Обоснование рациональных параметров комплексной переработки вторичного сырья шпротного производства методом высокотемпературного гидролиза / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, Н.Ю. Мезенова и другие // Известия ТИНРО. – 2020. – № 200. – С. 210-220.
3. Mezenova O.Ya. Substantiation of rational parameters of complex processing of secondary raw materials of sprat production by the method of high-temperature hydrolysis / O.Ya. Mezenova, L.S. Baidalinova, N.Yu. Mezenova and others // Izvestiya TINRO. – 2020. – No. 200. – Pp. 210-220.
4. Мезенова О.Я. Анализ состояния экономики и перспектив применения биотехнологии в рыбной отрасли Калининградской области / О.Я. Мезенова, В.В. Волков, С.А. Агафонова и др. // Рыбное хозяйство. – 2020. – №5. – С. 38-50. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-38-50
4. Mezenova O.Ya. Analysis of the state of the economy and prospects for the use of biotechnology in the fishing industry of the Kaliningrad region / O.Ya. Mezenova, V.V. Volkov, S.A. Agafonova et al. // Fisheries. – 2020. – No.5. – Pp. 38-50. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-38-50
5. Мезенова О.Я. Исследование протеиновых фракций высокотемпературных гидролизатов из голов копченой кильки / О.Я. Мезенова, Волков В.В., Байдалинова Л.С., Агафонова С.В. и другие // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 113-117. DOI 10.37663/0131-6184-2020-2-113-117
5. Mezenova O.Ya. Investigation of protein fractions of high-temperature hydrolysates from smoked sprat heads / O.Ya. Mezenova, Volkov V.V., Baidalinova L.S., Agafonova S.V. and others // Fisheries. – 2020. – No. 2. – Pp. 113-117. DOI 10.37663/0131-6184-2020-2-113-117
6. Гришин Д.В. Биоактивные белки и пептиды: современное состояние и новые тенденции практического применения в пищевой промышленности и кормопроизводстве / Д.В. Гришин, О.В. Подобед, Ю.А. Гладилина, М.В. Покровская, С.С. Александрова и др. // Вопросы питания. – 2017. – Том 86. – №3. – С. 20-31.
6. Grishin D.V. Bioactive proteins and peptides: the current state and new trends of practical application in the food industry and feed production / D.V. Grishin, O.V. Podobed, Yu.A. Gladilina, M.V. Pokrovskaya, S.S. Alexandrova, etc. // Nutrition issues. – 2017. – Volume 86. – No.3. – Pp. 20-31.
7. Slizyte R. Bioactivities of fish protein hydrolysates from defatted salmon backbones / R. Slizyte, K. Rommi, R. Mozuraityte, P. Eck, K. Five, T. Rustad // Biotechnology Reports. – 2016. – V. 11. – Pp. 99-109.
8. Некрасова Ю.О. Обоснование использования биопотенциала гидролизатов коллагенсодержащего рыбного сырья в протеиновом спортивном питании / Ю.О. Некрасова, О.Я. Мезенова, Й.-Т. Мерзель // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2021. Том 11. – № 4 (39). – С. 604-616.
8. Nekrasova Yu.O. Substantiation of the use of the biopotential of hydrolysates of collagen-containing fish raw materials in protein sports nutrition / Yu.O. Nekrasova, O.Ya. Mezenova, Y.-T. Merzel // Izvestiya vuzov. Applied chemistry and biotechnology. – 2021. Tom 11. – No 4 (39). – Pp. 604-616.
9. Мезенова О.Я. Биопотенциал низкомолекулярных пептидов вторичного рыбного и мясного сырья и перспективы его использования в функциональном питании / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова и другие // IX Международный Балтийский морской форум. X Юбилейная

Международная научно-практическая конференция «Пищевая и морская биотехнология». – 2021. – С.74-79.

9. Mezenova O.Ya. Biopotential of low molecular weight peptides of secondary fish and meat raw materials and prospects of its use in functional nutrition / O.Ya. Mezenova, L.S. Baidalinova, S.V., Agafonova, N.Yu. Mezenova and others // IX International Baltic Sea Forum. X Anniversary International Scientific and Practical Conference "Food and marine Biotechnology". – 2021. – Pp.74-79.

10. Король С., Мезенова О.Я. Получение и применение желированного пищевого биопродукта антистрессовой направленности. / Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия», 16 декабря 2020 г. – Москва: ФГБОУ ВО «Рос. гос. аграрный университет им. К.А. Тимирязева» – С. 48-53.

10. Korol S., Mezenova O.Ya. Preparation and application of gelled food bioproduct of anti-stress orientation. / Collection of articles of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Safety and quality of agricultural raw materials and food", December 16, 2020 - Moscow: Federal State Agrarian University named after K.A. Timiryazev – Pp. 48-53.

11. Воронцов С.А. Оценка биопотенциала дикорастущей облепихи и перспектив ее комплексного использования / С.А. Воронцов, О.Я. Мезенова, Т. Мерзель // Вестник МАХ. – 2020. – № 3. – С. 44-51.

11. Vorontsov S.A. Assessment of the biopotential of wild sea buckthorn and the prospects of its complex usage / S.A. Vorontsov, O.Ya., Mezenova, T. Merzel // Bulletin of MAX. – 2020. – No. 3. – Pp. 44-51.

12. Шамитова Е.Н. Изучение влияния дефицита витамина А на физиологическое состояние легких / Е.Н. Шамитова, Н.Н. Викторович // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29001> (дата обращения: 16.10.2022)

12. Shamitova E.N. The study of the effect of vitamin A deficiency on the physiological state of the lungs / E.N. Shamitova, N.N. Viktorovich // Modern problems of science and education. – 2019. – No. 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29001> (date of reference: 10/16/2022)

13. Кинаш М.И. Жирорастворимые витамины и иммунодефицитные состояния: механизмы влияния и возможности использования / М.И. Кинаш, О.Р. Боярчук // Вопросы питания. – 2020. – С. 22-32.

13. Kinash M.I. Fat-soluble vitamins and immunodeficiency states: mechanisms of influence and possibilities of use / M.I. Kinash, O.R. Boyarchuk // Nutrition issues. – 2020. – Pp. 22-32.

14. Лебедева Е.Н. Витамины и ожирение / Е.Н. Лебедева, Н.П. Ситко, С.Н. Афонина // Оренбургский медицинский вестник. – 2018. – Том VI. – №3 (23). – С. 16-20.

14. Lebedeva E.N. Vitamins and obesity / E.N. Lebedeva, N.P. Sitko, S.N. Afonina // Orenburg Medical Bulletin. – 2018. – Volume VI. – No.3 (23). – Pp. 16-20.

15. Рожнов Е.Д. Антиоксидантный потенциал плодов облепихи крушиновидной и продуктов ее переработки // Индустрия и питание. – 2021. – Т.6. – № 1.

15. Rozhnov E.D. Antioxidant potential of buckthorn buckthorn fruits and products of its processing // Industry and nutrition. – 2021. – Vol. 6. – No. 1.

16. Аверьянова Е.В., Образцова П.А. Промышленный потенциал облепихи в условиях Алтайского края // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии». // Сборник докладов XXIII Международной научно-технической конференции. – Минск: Издательство Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом "Белорусская наука"», 2020. – С. 346-350.

16. Averyanova E.V., Obraztsova P.A. The industrial potential of sea buckthorn in the conditions of the Altai territory // Agrarian science – agricultural production of Siberia, Mongolia, Kazakhstan, Belarus and Bulgaria". // Collection of reports of the XXIII International Scientific and Technical Conference. – Minsk: Publishing House Republican Unitary Enterprise "Publishing House "Belarusian Science", 2020. – Pp. 346-350.

17. Абрамова Л.С. Информационные сведения о пищевой ценности продуктов из гидробионтов. Вып. 1. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов / Абрамова Л.С., Копыленко Л.Р. (сост.) и др. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 96 с.

17. Abramova L.S. Information about the nutritional value of products from hydrobiotics. Issue 1. Quality, safety and methods of analysis of products from hydrobiotics / Abramova L.S., Kopylenko L.R. (comp.), etc. – M.: VNIRO Publishing House, 2003. – 96 p.

18. Патент РФ № 2727904 Способ получения пищевых добавок из вторичного копченого рыбного сырья с применением термического гидролиза. / Госрегистрация 24.06.2020. / О.Я. Мезенова, В.В. Волков, Л.С. Байдалинова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова, Л.В. Городниченко, Н.С. Калинина, Т. Гримм, А. Хелинг.

18. RF Patent No. 2727904 Method for obtaining food additives from secondary smoked fish raw materials using thermal hydrolysis. / State registration 24.06.2020. / O.Ya. Mese-nova, V.V. Volkov, L.S. Baidalinova, S.V. Agafonova, N.Yu. Mezenova, L.V. Gorodnichenko, N.S. Kalinina, T. Grimm, A. Heling.

19. Анциферов М.Б. Роль таурина и его дефицита в организме человека и животных // ФАРМАТЕКА. – 2012. – №16. – С. 60-67.

19. Antsiferov M.B. The role of taurine and its deficiency in humans and animals // PHARMATECA. – 2012. – No.16. – Pp. 60-67.

20. Хлыбова С.В. Свободный L-гистидин как один из регуляторов физиологических процессов / С.В. Хлыбова, В.И. Циркин // Вятский медицинский вестник. – 2006. – №4. – С. 44-50.

20. Khlybova S.V. Free L-histidine as one of the regulators of physiological processes / S.V. Khlybova, V.I. Tsikin // Vyatka Medical Bulletin. – 2006. – No.4. – Pp. 44-50.

21. Сливочный соус // Кулинария URL: <https://kylinariya.ru/slivochnyy-sous> (дата обращения: 02.09.2022).

21. Cream sauce // Cooking URL: <https://kylinariya.ru/slivochnyy-sous> (date of reference: 02.09.2022).

22. Лузан В.Н. Разработка технологии соусов с функциональными ингредиентами / В.Н.Лузан, И.И. Бадмаева, В.А. Аникина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 10 (41).

22. Luzan V.N. Development of technology of sauces with functional ingredients / V.N.Luzan, I.I. Badmaeva, V.A. Anikina // International Research Journal. – 2015. – № 10 (41).

23. Мезенова О.Я. Математическое моделирование в пищевой биотехнологии / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Мезенова. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – С.70-91.

23. Mezenova O.Ya. Mathematical modeling in food biotechnology / O.Ya. Mezenova, N.Yu. Mezenova. – Kaliningrad: Publishing House of KSTU, 2021. – Pp.70-91.

24. Хучиева М.А. Растительные стеролы и станолы как пищевые факторы, снижающие гиперхолестеринемию путем ингибирования всасывания холестерина в кишечнике / М.А. Хучиева, Н.В. Перова, Н.М. Ахмеджанов //Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. – Т. 10(6) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2011-6-124-132>

24. Khuchieva M.A. Plant sterols and stanols as nutritional factors that reduce hypocholesterolemia by inhibiting cholesterol absorption in the intestine / M.A. Khuchieva, N.V. Perova, N.M. Akhmedzhanov //Cardiovascular therapy and prevention. – 2011. – Vol. 10(6) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2011-6-124-132>

Интеграция бактериальных заквасочных культур с рыбным сырьем: подбор и обоснование

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-107-114

Лаврухина Е.В. – старший специалист;

Кандидат технических наук

Зарубин Н.Ю. – ведущий научный сотрудник;

Доктор технических наук

Бредихина О.В. – ведущий научный сотрудник;

Кандидат технических наук

Гриневич А.И. – специалист –

Отдел инновационных технологий
Департамента технического
регулирования Всероссийского
научно-исследовательского
института рыбного хозяйства
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
г. Москва

@ efrolenkova13@gmail.com;
zar.nickita@yandex.ru

Ключевые слова:

бактериальные заквасочные культуры, биоконсервирование, пробиотики, сырье водных биоресурсов

Keywords:

bacterial starter cultures, biotransformation, fish, probiotics, biopreservation

INTEGRATION OF BACTERIAL STARTER CULTURES WITH RAW FISH: SELECTION AND JUSTIFICATION

Lavrukhina E.V. – senior specialist;

Candidate of Technical Sciences **N.Y. Zarubin** – Leading Researcher;

Doctor of Technical Sciences **Bredikhina O.V.** – Leading researcher;

Candidate of Technical Sciences **Grinevich A.I.** – specialist –

Department of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow

An important aspect of the technology of processing fish raw materials is the development of food products of various directions using modern methods of biotechnological processing. In this regard, in food biotechnology, special attention is paid to biotransformation by promising strains of bacterial starter cultures to produce food products with improved quality characteristics, and in particular with a functional orientation. The use of bacterial starter cultures in the production of fish food products can be a way to extend the shelf life due to the formation of metabolites of their vital activity (acids and bacteriocins), which are the main factor of bioconservation. At the same time, the biochemical activity of bacterial starter cultures will contribute to improving the organoleptic and structural-mechanical properties of raw materials, as well as increasing the nutritional value and synthesis of vitamins and other nutrients, and giving the final product probiotic properties. This trend is a response to the interest of the population of the Russian Federation in probiotic products, which allows to normalize the indigenous microflora of the gastrointestinal tract, thereby strengthening the human body and its immune system as a whole. In this regard, the analysis of data on the justification of the use of bacterial starter cultures for the biotransformation of fish raw materials was carried out, and the necessary strains of microorganisms were selected. The analysis of scientific and technical databases has shown the prospects of scientific developments on the use of bacterial starter cultures as protective microorganisms and the study of the influence of the conditions of cultivation and preservation of bioactivity of a living cell under the influence of physical and chemical factors during the technological process of production and subsequent storage of products, which is of particular importance for the creation of probiotic food products. The conducted research will be used in the construction of mathematical models of the process of biotransformation of fish raw materials as a basis for the development of technological processing parameters for its subsequent use in the formulations of "fast food" products containing functional components, which is justified by the accelerated rhythm of life and the desire of modern society to monitor their nutrition by eating products that support a healthy lifestyle.

In food biotechnology, special attention is given to biotransformation of promising strains of bacterial starter cultures for the production of food products with improved quality characteristics and functional orientation. In this regard, the analysis of data on the justification of the use of commercial, potentially commercial fish types for biotransformation by bacterial starter cultures and the selection of the necessary strains of microorganisms, which will be used in the construction of mathematical models of the process of biotransformation of fish raw materials as a basis for the development of technological parameters of processing.

ВВЕДЕНИЕ

В Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года отражен комплексный проект «Морские биотехнологии», основная цель которого состоит в создании индустрии по производству высокотехнологичной и инновационной продукции пищевого и промышленного назначения [1]. Вследствие этого, немаловажным аспектом технологии переработки рыбного сырья является разработка функциональных пищевых продуктов различной направленности с использованием современных методов биотехнологической обработки, в частности, – ферментов и микроорганизмов.

Наиболее мягким способом деструкции белковых структур рыбного сырья является его биотрансформация с помощью промышленно ценных штаммов биозащитных пробиотических микроорганизмов, к которым относятся бактериальные заквасочные культуры (БЗК). Совершенствование технологии, которая развивается не только по пути максимального сохранения в нём нативных свойств белковых, липидных и других биологически активных компонентов, но и путем повышения их доступности за счет частичной деструкции белка. Развитие этих технологий переработки способствует то, что рыбные ферментированные продукты, белковые концентраты, гидролизаты, белковые массы, получаемые биотехнологическими методами, имеют определенный вкус и обладают ценными функциональными свойствами, позволяющими широко использовать их при производстве разнообразной пищевой продукции, в том числе и иммуномодулирующей [2; 3].

Биотрансформация с использованием БЗК имеет много преимуществ и может выступать в качестве способа продления сроков годности рыбной продукции, улучшения ее органолептических свойств и повышения питательной ценности за счет образования метаболитов (молочная, уксусная, пропионовая кислоты), являющихся основным фактором биоконсервирования.

При этом, механизм биоконсервирования состоит в инокуляции пищевых продуктов микроорганизмами или их метаболитами, отобранными по их антибактериальным свойствам, и может быть эффективным способом продления срока годности и безопасности пищевых продуктов, путем подавления жизнедеятельности патогенных бактерий, вызывающих порчу продукта, без изменения питательных качеств сырья и пищевых продуктов [4].

Следует отметить, что активные формы бактериальных заквасочных культур способствуют снижению содержания токсичных элементов, а также биохимическим изменениям свойств сырья, что приводит к накоплению белковых и эссенциальных веществ, способных поддерживать функциональную активность органов и тканей человека, корректировать состав внутренней индигенной микрофлоры кишечной

Немаловажным аспектом технологии переработки рыбного сырья является разработка пищевой продукции различной направленности с использованием современных методов биотехнологической обработки. В связи с этим в пищевой биотехнологии особое внимание уделяется биотрансформации перспективными штаммами бактериальных заквасочных культур для получения пищевой продукции с улучшенными качественными характеристиками, и, в частности, с функциональной направленностью. Использование бактериальных заквасочных культур, при производстве пищевой рыбной продукции, может быть способом продления сроков годности за счет образования метаболитов их жизнедеятельности (кислоты и бактериоцины), являющихся основным фактором биоконсервирования. При этом биохимическая активность бактериальных заквасочных культур будет способствовать улучшению органолептических и структурно-механических свойств сырья, а также повышению питательной ценности и синтезу витаминов и других нутриентов, приданию конечному продукту пробиотических свойств. Эта тенденция является ответом на интерес населения РФ к продукции пробиотической направленности, позволяющей нормализовать индигенную микрофлору желудочно-кишечного тракта, тем самым укрепить организм человека и его иммунную систему в целом. В связи с этим проведен анализ данных по обоснованию использования бактериальных заквасочных культур для биотрансформации рыбного сырья, а также подобраны необходимые штаммы микроорганизмов. Анализ научно-технических баз данных показал перспективность научных разработок по применению бактериальных заквасочных культур, в качестве защитных микроорганизмов, и изучению влияния условий культивирования и сохранения биоактивности живой клетки под действием физических и химических факторов в ходе технологического процесса производства и последующего хранения продукции, что имеет особое значение для создания пробиотических пищевых продуктов. Проведенные исследования будут использованы при построении математических моделей процесса биотрансформации рыбного сырья, как основы для разработки технологических параметров обработки для последующего его применения в рецептурных составах продуктов «быстрого питания», содержащих функциональные компоненты, что обосновано ускоренным ритмом жизни и желанием современного общества следить за своим питанием, употребляя продукты, поддерживающие здоровый образ жизни.

микробиоты и, как следствие, повышать иммунную защиту организма. Кроме этого, они принимают участие в синтезе витаминов группы В, витамина К и других биологически активных веществ [5; 6].

Известны традиционные технологии производства ферментированных рыбных продуктов в России и в мире с использованием БЗК. Во многих регионах мира эти продукты составляют

важную часть рациона населения [7]. В странах Северной Европы они представлены раффиском (Норвегия), сюрстрёммингом (Швеция), хакарлом (Исландия). В Азии (Китай, Япония, Корея) ферментированные рыбные продукты также имеют широкое распространение. В основном ассортимент ферментированных рыбных продуктов Азии представлен соусами и пастами. К ферментированным рыбным продуктам Азии можно отнести Suanyu (Китай), Jeotgal (Корея), Bakasang (Индонезия) и другие. Также ферментированные рыбные продукты производятся в странах Африки. Например, adjuevan (Кот-д'Ивуар), Lanhouin (Бенин, Того, Гана), Hout-Kasef (Саудовская Аравия). Для некоторых регионов России также характерно традиционное производство ферментированных рыбных продуктов. Один из них – кевяткала (Kevätkala) – карельский традиционный деликатес [8; 9].

В этой связи основной целью научных исследований являлось обоснование применения БЗК для биотрансформации рыбного сырья с последующим его использованием при разработке пробиотических пищевых продуктов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследований использованы: промысловые виды рыб – минтай (*Theragra chalcogramma*), треска (*Gadus macrocephalus*), макрурус малоглазый (*Albatrossia pectoralis*); потенциально промысловые виды: полухвостик Гилберта «бычок» (*Hemilepidotus gilberti*).

Бактериальные заквасочные культуры (БЗК): *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgarius*, *Streptococcus thermophilus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Bifidobacterium bifidum*.

Анализ данных проводился на основании обзора научно-исследовательских и патентных работ по использованию БЗК в технологиях производства пищевой продукции.

Массовую долю воды, белка, жира, углеводов, золы, определяли по ГОСТ 7636 [10].

Активную кислотность (рН) определяли с помощью рН-метра Testo 106.

Активность воды (aw) определяли на приборе Aqualab 4TEV.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Основными свойствами при подборе БЗК, применимых для технологии пищевой продукции, являются:

- высокая антагонистическая активность, за счет ингибирования патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, в процессе конкуренции за питательные вещества [11];
- антиоксидантная активность за счет активного продуцирования молочной, пропионовой и уксусной кислот [12];
- бактерицидные свойства, за счет продуцирования, в зависимости от штамма специфических бактериоцинов [11; 13; 14];
- биохимическая активность за счет протеолитических и каталазаобразующих процессов [12].

В связи с этим БЗК в технологиях рыбной продукции возможно применять в качестве защитных культур для ингибирования роста бактериальных и грибковых колоний или индуцирования гибели патогенных микроорганизмов и тем самым продления сроков годности [15].

Рассматривая БЗК, необходимо учитывать их пробиотические свойства из-за роста интереса населения к продукции пробиотического направления, употребление которой оказывает существенное влияние на оптимизацию микробиологического статуса пищеварительного тракта человека [16], что способствует стимулированию иммунной системы и поддержанию здорового образа жизни [17].

Большинство технологий пищевых продуктов, содержащих БЗК с пробиотическими свойствами, исключает воздействие, критичных для клеток, высоких температур с целью их сохранения. Однако при получении продуктов с живыми клетками БЗК, в случае возникновения теплового воздействия на них, особенно важными являются их жизнеспособность и метаболическая активность [18]. Поэтому необходимо создание условий обработки рыбной пищевой продукции, содержащей БЗК (температура и продолжительность процесса), позволяющих сохранить жизнеспособность клеток и получить безопасную и готовую к употреблению продукцию.

Оптimum температурных режимов для развития БЗК варьируется от 15 до 50°C, в зависимости от штамма, в редких случаях – до 70°C в течение 40 минут. Также при введении БЗК особое внимание следует обращать на показатели активности воды (в пределах 0,90-0,94) и рН (в пределах 3,0-8,5), влияющих на их скорость роста и выживаемость [18-22].

В случае гибели БЗК, под действием тепловой обработки, потенциально могут использоваться продукты их метаболизма, а также инактивированные и разрушенные клетки пробиотиков. Данные компоненты известны как метабитики и постбиотики. Они начинают действовать сразу при попадании в организм, способны положительно влиять на резидент-



Таблица 1. Характеристика подобранных штаммов БКЗ для биотрансформации рыбного сырья [24-28] / **Table 1.** Characteristics of selected BSC strains for biotransformation of fish raw materials [24-28]

Характеристика	Вид бактериальных заквасочных культур					
	<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Propionibacterium shermanii</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
Необходимые факторы роста	Фолиевая кислота, ниацин, рибофлавин, пантотеновая кислота, кальций, пиридоксаль	Фолиевая кислота, ниацин, рибофлавин, пантотеновая кислота	Фолиевая кислота, ниацин, рибофлавин, пантотеновая кислота,	аминокислоты (валин, лейцин, изолейцин, лизин, аргинин, гистидин, пролин)	Тиамин, никотинамид, соль олеиновой кислоты, р-аминобензойная кислота	Никотиновая и фолиевая кислоты, твин-80, р-аминобензойная кислота
Кислотообразование	Молочная кислота (гомо ферментативные)	Молочная кислота (гомо ферментативные)	Молочная кислота (гомо ферментативные)	Молочная кислота, при микроаэрофильных условиях муравьиная кислота (гомо ферментативные)	В основном пропионовая кислота и ее соли, уксусная кислота (гетероферментативные)	В основном уксусная и молочная кислота, примеси муравьиной и янтарной кислоты (гетероферментативные)
a _w , ед.	Min 0,90-0,94					
pH, ед.	4,6-6,4	3,0-8,3	4,6-8,0	3,4-5,8	4,5-8,0	4,5-8,5
Температурный оптимум, °C	30-45 (до 70°C - 40 мин)	30-40	40-45	38-55	15-40	30-50
Предел кислотообразования, °T	80-180	200-250	200-300	110-115	160-170	120-130
Рост в присутствии 2% NaCl	+	+	+	+	+	+
Рост в присутствии 4% NaCl	-	-	-	-	+	-
Рост в присутствии 6,5% NaCl	-	-	-	-	-	-
Индекс ингибирования роста патогенных микроорганизмов (антагонистическая активность), %	13,5-66,3	11,4-63,0	13,05-83,54	12,03-49,21	15,20-73,01	10,4-86,2
Антиоксидантная активность	Перехват гидроксил-радикала OH, синтез антиоксидантных ферментов в (Mn-СОД, Mn-каталаза)	Перехват гидроксил-радикала OH, образование антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-каталаза, ускорение гликолитического расщепления)	Перехват гидроксил-радикала OH, образование антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-каталаза), ускорение гликолитического расщепления	Способность к образованию хелатных комплексов с Fe ²⁺	Образование антиоксидантных ферментов (Mn-каталаза)	Способность к образованию хелатных комплексов с Cu ²⁺ Способность перехватывать пероксид водорода
Бактерицидные свойства (продуцирование бактериоцинов)	Казеинин	Лантацин В, ацидоцин В и F, лактоцин	Низин, болгарин	Термофилин	Пропионицин	Бифидоцин
Ферментация углеводов	Лактоза, Глюкоза, Амигдалин, Целлобиоза, Эскулин, Фруктоза, Галактоза, Мальтоза, Манит, Манноза, Рибоза, Сорбит, Сахароза, Трегалоза	Лактоза, Глюкоза, Крахмал, Амигдалин, Целлобиоза, Эскулин, Фруктоза, Галактоза, Мальтоза, Манноза, Сахароза, Трегалоза	Глюкоза, Лактоза, Фруктоза	Глюкоза, Лактоза, Сахароза	Эскулин, Лактоза, Галактоза, Фруктоза, Глюкоза, Арабиноза, Манноза, Рибоза	Лактоза, Фруктоза, Галактоза, Сахароза, Мальтоза, Мелибиоза
Возможность проявления протеолитической активности	+	+	+	+	+	-
Возможность проявления липолитической активности	+	-	-	-	+	+

ные микроорганизмы желудочно-кишечного тракта, физиологические, иммунологические и нейгормональные метаболические реакции организма [23].

В связи с вышесказанным, для биотрансформации рыбного сырья были выбраны следующие БЗК: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Bifidobacterium bifidum*. Данные БЗК наиболее распространены при производстве пищевой продукции, являются живыми формами пробиотиков, выделяют в процессе жизнедеятельности метаболиты (молочная, уксусная, пропионовая, муравьиная, янтарная кислоты, бактериоцины), необходимые для процесса биотрансформации, и способны развиваться при температуре $\geq 40^\circ\text{C}$, в пределах pH – 3,0-8,5 и в пределах активности воды (a_w) – 0,90-0,94, обладают антагонистической, антимикробной и антиоксидантной активностью за счёт перехвата гидроксил-радикала OH, образования антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-каталаза) и хелатных комплексов (Fe^{+2} , Cu^{+2}), а также синтеза бактериоцинов (казеин, лантацин В, ацидоцин В и F, лактоцин, низин, булгарагин, термофилин, пропионицин, бифидоцин). Большинство БЗК способны проявлять протеолитическую активность, что бу-

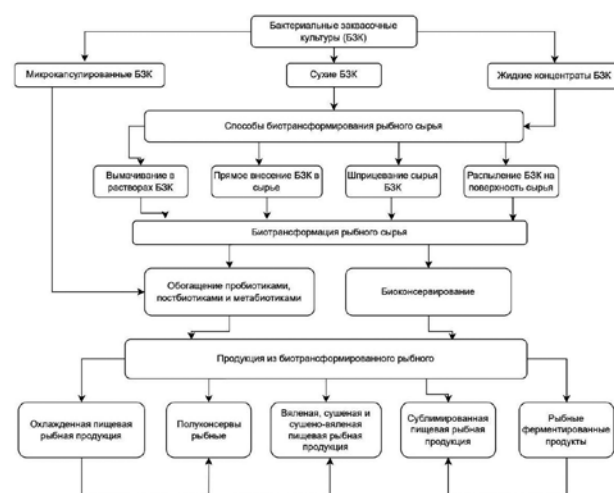


Рисунок 1. Биотрансформация рыбного сырья с применением БЗК

Figure 1. Biotransformation of fish raw materials using BSC

дет оказывать дополнительное воздействие на структуру мышечной ткани рыбы (табл. 1, 2) [24-28].

Подобранные БЗК способны расти в присутствии 2% NaCl, *Propionibacterium freudenreichii* способен развиваться и при 4% NaCl. При 6,5%

Таблица 2. Сравнительная оценка потребностей БЗК в питательных веществах к уровню их содержания в мышечной ткани рыб [38] / **Table 2.** Comparative assessment of the needs of BSC in nutrients to the level of their content in the muscle tissue of fish [38]

Условия среды	Вид бактериальных заквасочных культур					Содержание в мышечной ткани рыб				
	<i>L. casei</i>	<i>L. aci-dophilus</i>	<i>P. freud-enreichii</i>	<i>St. ther-mophilus</i>	<i>L. bul-garicus</i>	<i>Bifido-bacte-rium bifidum</i>	Минтай	Треска	Макру-рус	Бычок
a _w , ед.			Min 0,90-0,94				0,99	0,99	0,99	0,98
W _в , %			90-94				81,10	81,21	90,89	79,54
W _у , %			От 1				0,39	0,59	0,12	0,53
W _ж , %			Нежелательны				0,11	0,14	0,11	0,52
W ₆ , %			Гидролизированный (от 1)				17,4	17,19	7,78	18,39
Витамины (мкг/100 г)					Витамины (мг/100 г)					
К			0,001-0,01				-	-	-	-
B ₁			0,01-0,03				0,01	0,09	0,08	-
B ₂			0,1-1				0,11	0,07	0,20	-
РР или B ₃			1-10				4,60	2,06	2,00	-
B ₄			20				65	65	-	-
B ₅			0,2-1				0,24	0,15	-	-
B ₆			0,1				0,1	0,17	0,12	0,12
B ₇			0,002-0,01				0,01	0,01	-	-
B ₉			0,02				0,049	0,0113	0,048	0,006
B ₁₀			0,01				-	-	-	-
B ₁₂			0,1				0,0163	0,016	-	0,012
К			0,001-0,01				-	-	-	-
Минеральные в-ва (мг/100 г)					Минеральные в-ва (мг/100 г)					
Mg			10-20				55	32	60	35
Na			0,5				40	54	130	100

NaCl культуры прекращают свой рост (табл. 1), что необходимо учитывать при составлении системы для биотрансформации рыбного сырья, а также – при моделировании рецептур пищевой рыбной продукции, в которых содержание соли (NaCl) рекомендуется не более 2%, чтобы не подавлять развитие и рост БЗК [2].

Следует отметить, что БЗК с пробиотическими свойствами способны продуцировать липолитические ферменты (табл. 1), способствующие расщеплению липидов и последующему их быстрому окислению с образованием карбоксильных соединений, приводящих к формированию специфических и нежелательных вкуса и аромата. Согласно этому, при внесении БЗК уровень содержания жира в рыбном сырье рекомендован не более 1,5%. Более высокое содержание жира может привести к ухудшению органолептических показателей и, соответственно, качества пищевой рыбной продукции [29; 30].

По этой причине, при подборе объектов для биотрансформации, приоритетными являлись рыбы нежирной группы традиционно промысловых и потенциально-промысловых: минтай (*Theragra chalcogramma*), треска (*Gadus macrocephalus*), макрурус малоглазый (*Albatrossia pectoralis*); потенциально промысловые: полухвостик Гилберта «бычок» (*Hemilepidotus gilberti*), которые составляют существенный резерв рыболовства, что способствует поиску решений по их переработке [31].

Известно, что в результате автолитических процессов в рыбе проявляется характерный рыбный запах за счет накопления триметиламинаоксида, с последующим его распадом под действием ферментов (редуктаз) до диметиламина и триметиламина [32; 33]. Метиламины являются легколетучими и при взаимодействии с кислотами образуют нелетучие растворимые соли замещенного аммония, в дальнейшем уже не влияющие на формирования рыбного запаха [34]. Использование кислотообразующих БЗК будет способствовать снижению уровня образования азотистых летучих оснований, за счет продуцирования метаболитов – молочной, пропионовой и уксусных кислот, тем самым снижая интенсивность рыбного запаха и повышая потребительские свойства продукции [35; 36].

Сравнительная оценка потребностей БЗК в питательных веществах к уровню их содержания в мышечной ткани выбранных видов рыб (табл. 2) показала, что мышечная ткань выбранных видов рыб содержит практически все необходимые факторы роста (табл. 1) и питательные компоненты для развития БЗК. Но для интенсификации процесса биотрансформации необходимо учитывать потребность БЗК в углеводах (табл. 1), которые принимают непосредственное участие в образовании необходимых метаболитов (молочной и пропионовокислой кислот, эфиров, диацетиллов, ацетоинов, бактериоцинов). Так как

рыба практически не содержит в своём составе углеводов (в среднем 0,1-0,5%) потребуется дополнительное их внесение для поддержания развития БЗК в течение установленного промежутка времени. В промышленности, в большинстве случаев, для роста БЗК используют гексозы (глюкоза, фруктоза, манноза, галактоза) и дисахариды (лактоза, мальтоза, сахароза) [29]. Для дальнейших исследований в качестве углеводов были выбраны глюкоза, лактоза из-за их широкого применения в пищевой биотехнологии [37].

Согласно всему вышесказанному, были определены направления биотрансформации рыбного сырья с применением БЗК. Планируются к разработке следующие виды рыбной пищевой продукции: охлажденная пищевая рыбная продукция; полуконсервы рыбные; вяленая, сушеная и сушено-вяленая пищевая рыбная продукция; сублимированная пищевая рыбная продукция; рыбные ферментированные продукты, обогащенные пробиотиками, постбиотиками и метабитами, при этом имеющая пролонгированный срок годности за счет эффекта «биоконсервирования». Также в схеме предложены способы биотрансформирования рыбного сырья БЗК для производства данных видов продукции: вымачивание в растворах БЗК; прямое внесение БЗК в сырье; шприцевание сырья БЗК; распыление БЗК на поверхность сырья. Данные методы будут рассмотрены и изучены в дальнейших исследованиях (рис. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ научно-технической литературы и баз данных показал перспективность научных разработок в данной области. Биотрансформация подобранного рыбного сырья с использованием БЗК позволит решить проблемы специфического запаха и вкуса и положительно повлияет на его органолептические и структурные свойства в целом, за счёт мягкой деструкции (за счет кислотообразования) белковых компонентов мышечной ткани рыб.

Подобранные штаммы, как защитные культуры, будут способствовать продлению сроков годности пищевой рыбной продукции за счет эффекта «биоконсервирования» [10; 18], а сохранение живых клеток БЗК при технологической обработке имеет особое значение для производства пробиотических пищевых продуктов. Проведенные исследования будут использованы при построении математических моделей процесса биотрансформации рыбного сырья, как основы для разработки технологических параметров обработки для последующего его применения в рецептурных составах продуктов «быстрого питания», содержащих функциональные компоненты, что обосновано ускоренным ритмом жизни и желанием современного общества следить за своим питанием, употребляя продукты, поддерживающие здоровый образ жизни.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Вклад в работу авторов: **Е.В. Лаврухина** – идея работы, сбор, подготовка и анализ данных, подготовка статьи; **Н.Ю. Зарубин** – анализ данных, подготовка введения, заключения, окончательная проверка статьи; **О.В. Бредихина** – окончательная проверка статьи; **А.И. Гриневиц** – сбор данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: E.V. Lavrukina – the idea of the work, collection, preparation and analysis of data, preparation of the article; N.Y. Zarubin – data analysis, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; O.V. Bredikhina – final verification of the article; A.I. Grinevich – data collection, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ /

REFERENCES AND SOURCES

1. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжения Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 года N 2798-р [электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/563879849>.
1. The strategy for the development of the fisheries complex of the Russian Federation for the period up to 2030. Orders of the Government of the Russian Federation of November 26, 2019 N 2798-r [electronic resource] URL: <https://docs.cntd.ru/document/563879849>
2. Журавлева С.В. Влияние биомодификации на органолептические показатели мышечной ткани рыб / С.В. Журавлева, Т.М. Бойцова, Ж.Г. Прокопец, А.В. Журавлева // Вестник КамчатГТУ. – 2018. – №45.
2. Zhuravleva S.V. Influence of biomodification on organoleptic parameters of fish muscle tissue / S.V. Zhuravleva, T.M. Boitsova, Zh.G. Prokopets, A.V. Zhuravleva // Bulletin of Kamchatka State Technical University. – 2018. – №45.
3. Калининченко Т.П. Особенности биомодификации сырья в технологии пресервов из кукумарии / Т.П. Калининченко, Т.Н. Слуцкая // Известия ТИНРО. – 2006.
3. Kalinichenko T.P. Features of biomodification of raw materials in the technology of preserves from cucumaria / T.P. Kalinichenko, T.N. Slutskaya // TINRO News. – 2006.
4. M. Ghanbari and M. Jami. Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins: A Promising Approach to Seafood Biopreservation // <https://www.intechopen.com/books/lactic-acid-bacteria-r-d-for-food-health-and-livestock-purposes>.
5. Маркова Ю.М. Пробиотики как функциональные пищевые продукты: производство и подходы к оценке эффективности. / Ю.М. Маркова, С.А. Шевелёва // Вопросы питания. 2014.– Т. 83. – № 4.
5. Markova Yu.M. Probiotics as functional food products: production and approaches to efficiency assessment. / Yu.M. Markova, S.A. Sheveleva // Nutrition issues. 2014. – Vol. 83. – No. 4.
6. Усенко Д.В. Пробиотики и пробиотические продукты: возможности и перспективы применения. / Д.В. Усенко, А.В. Горелов. // Вопросы современной педиатрии. – 2004. – т.3. – № 2. – с. 50-54.
6. Usenko D.V. Probiotics and probiotic products: possibilities and prospects of application. / D.V. Usenko, A.V. Gorelov. // Questions of modern pediatrics. - 2004. – vol.3. – No. 2. – Pp. 50-54.
7. Никифорова А.П. Применение ферментации для обработки рыбы и морепродуктов: обзор // Baikal Letter DAAD. – 2018. – № 1. – С. 23-29.
7. Nikiforova A.P. The use of fermentation for processing fish and seafood: a review // Baikal Letter DAAD. – 2018. – No. 1. – Pp. 23-29.
8. Никифорова А.П. Традиционные способы производства ферментированных рыбных продуктов // Междунар. научно-практич. конференция молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. – 2016. – № 1. – С. 285-288.
8. Nikiforova A.P. Traditional methods of production of fermented fish products // International. scientific and practical conference of young scientists and specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. – 2016. – No. 1. – Pp. 285-288.
9. Skara T., Axelsson L., Stefansson G., Ekstrand B., Hagen H. (2015) Fermented and ripened fish products in the northern European countries. Journal of Ethnic Foods. – 2. – Pp. 18-24
10. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – Введ. 01.01.1986. – М.: Стандартинформ, 2010. – 89 с.
10. GOST 7636-85 Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis. – Introduction. 01.01.1986. – Moscow: Standartinform, 2010. – 89 p.
11. Hasan, Suzan & Al-hadedee, Lamees & Awda, Jasim. (2019). Isolation, identification and evaluation of lactic acid bacteria as antibacterial activity. 19. 1339-1342
12. Синбиотики в технологии продуктов питания / И. А. Рогов и др. – Москва: МГУПБ, 2006. – 217 с. – ISBN 5-89168-140-4.
12. Synbiotics in food technology / I. A. Rogov et al. – Moscow: MGUPB, 2006. – 217 p. – ISBN 5-89168-140-4.
13. Sidhu, Parveen & Nehra, Kiran. (2021). Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria as Potent Antimicrobial Peptides against Food Pathogens. 10.5772/intechopen.95747.
14. Deegan LH, Cotter PD, Hill C, Ross P. Bacteriocins: Biological tools for biopreservation and shelf-life extension. Int Dairy J 2006;16: 1058-1071.
15. Beaufort A, Rudelle S, Gnanou-Besse N, Toquin MT, Kerouanton A, Bergis H (2007). Prevalence and growth of Listeria monocytogenes in naturally contaminated cold-smoked salmon. Lett. Appl. Microbiol. 44: 406-411.
16. Ghanbari M., Jami M., Domig K.J., Kneifel W. 2013. Seafood biopreservation by lactic acid bacteria – A review. Journal of LWT – Food Science and Technology. № 54. P. 315–32. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.05.039.
17. Ардатская М.Д. Пробиотики, пребиотики и метаббиотики в коррекции микрoэкологических нарушений кишечника // Медицинский совет. – 2015. – № 13. – С. 94-99.
17. Ardatskaya M.D. Probiotics, prebiotics and metabiotics in the correction of microecological intestinal disorders // Medical Council. – 2015. – No. 13. – Pp. 94-99.
18. Charalampopoulos D., Rastall R.A. 2009. Prebiotics and Probiotics Science and Technology. New York: Springer. 1273 p.
19. Определитель бактерий Берджи: в 2 томах. ред. Хоулт, Дж.; Криг, Н.; Снит, П. и др.; Изд-во: М.: Мир, 1997 г. ISBN: 5-03-003110-3.
19. The determinant of bacteria Berge: in 2 volumes. ed. Hoult, J.; Krig, N.; Snit, P. et al.; Publishing house: M.: Mir, 1997. ISBN: 5-03-003110-3.
20. Рябцева С. А. Микробиология молока и молочных продуктов: Учебное пособие / С. А. Рябцева, Н. М. Панова. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. – 220 с.
20. Ryabtseva S.A. Microbiology of milk and dairy products: Textbook / S. A. Ryabtseva, N. M. Panova. – Stavropol: North Caucasus Federal University, 2017. – 220 p.
21. Воробьева Л.И. Пропионовокислые бактерии [Текст] / Л.И. Воробьева. - М.: Изд-во МГУ, 1995. Gerald Zirnstein, Robert Hutkins, in Encyclopedia of Food Microbiology, 1999
21. Vorobyova L.I. Propionic acid bacteria [Text] / L.I. Vorobyova. - M.: Publishing House of Moscow State University,

1995. Gerald Zirnstein, Robert Hutkins, in *Encyclopedia of Food Microbiology*, 1999
22. Функ И.А. Биотехнологический потенциал бифидобактерий / И.А. Функ, А.Н. Иркитова // *Acta Biologica Sibirica*. – 2016. – Т. 2. – № 4. – С. 67-79.
22. Funk I.A. Biotechnological potential of bifidobacteria / I.A. Funk, A.N. Irkitova // *Acta Biologica Sibirica*. – 2016. – Vol. 2. – No. 4. – Pp. 67-79.
23. Рябцева С.А. Пробиотики, пребиотики, синбиотики, постбиотики: проблемы и перспективы / С.А. Рябцева, А.Г. Храмов // *Биоразнообразие, биоресурсы, вопросы биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона: Сборник научных трудов Северо-Кавказского федерального университета*. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2020. – С. 119-123.
23. Ryabtseva S.A. Probiotics, prebiotics, synbiotics, postbiotics: problems and prospects / S.A. Ryabtseva, A.G. Khramtsov // *Biodiversity, bioresources, issues of biotechnology and population health of the North Caucasus region: Collection of scientific papers of the North Caucasus Federal University*. – Stavropol: North Caucasus Federal University, 2020. – Pp. 119-123.
24. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов. 4-е изд., испр. – М.: Лира: Все для Вас. Подмосковье, 2006. – 413 с.
24. Stepanenko P.P. Microbiology of milk and dairy products. 4th ed., ispr. – M.: Lira: Everything for you. Moscow region, 2006. – 413 p.
25. Молочнокислые и пропионовокислые бактерии: формирование сообщества для получения функциональных продуктов с бифидогенными и гипотензивными свойствами / А. В. Бегунова, И. В. Рожкова, Е. А. Зверева и др. // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2019. – Т. 55. – № 6. – С. 566-577.
25. Lactic acid and propionic acid bacteria: the formation of a community for the production of functional products with bifidogenic and hypotensive properties / A.V. Begunova, I. V. Rozhkova, E. A. Zvereva et al. // *Applied biochemistry and microbiology*. – 2019. – Vol. 55. – No. 6. – Pp. 566-577.
26. Рыбальченко О.В. Антимикробные пептиды лактобацилл / О.В. Рыбальченко, О.Г. Орлова, В.М. Бондаренко // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. – 2013. – № 4. – С. 89-100.
26. Rybalchenko O.V. Antimicrobial peptides of lactobacilli / O.V. Rybalchenko, O.G. Orlova, V.M. Bondarenko // *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*. – 2013. – No. 4. – Pp. 89-100.
27. Красникова Л.В. Биотехнология функционального кисломолочного продукта с разным соотношением пробиотических культур / Л.В. Красникова, В.С. Сибирцев, И.И. Скобелева // *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)*. – 2016. – № 35(61). – С. 60-63
27. Krasnikova L.V. Biotechnology of a functional fermented milk product with a different ratio of probiotic cultures / L.V. Krasnikova, V.S. Sibirtsev, I.I. Skobeleva // *Proceedings of the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)*. – 2016. – № 35(61). – Pp. 60-63
28. Валышев А.В. Комбинация антибиотиков и бактериоцинов – эффективный способ борьбы с резистентными микроорганизмами / А.В. Валышев, Н.А. Валышева // *Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН*. – 2016. – № 4. – С. 2.
28. Valyshev A.V. Combination of antibiotics and bacteriocins – an effective way to combat resistant microorganisms / A.V. Valyshev, N.A. Valysheva // *Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. – 2016. – No. 4. – P. 2.
29. Китаевская С. В. Изучение способности молочнокислых бактерий продуцировать липолитические ферменты / С.В. Китаевская // *Вестник Технологического университета*. – 2015. – Т. 18. – № 18. – С. 256-258.
29. Kitaevskaya S. V. Studying the ability of lactic acid bacteria to produce lipolytic enzymes / S.V. Kitaevskaya // *Bulletin of the Technological University*. – 2015. – Vol. 18. – No. 18. – Pp. 256-258.
30. Хамагаева И. С. Сравнительная оценка бифидогенных свойств жиров животного происхождения / И.С. Хамагаева, А.М. Хребтовский // *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. – 2012. – № 4-1(86). – С. 224-227.
30. Khamagaeva I. S. Comparative assessment of bifidogenic properties of animal fats / I.S. Khamagaeva, A.M. Hrebtovsky // *Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. – 2012. – № 4-1(86). – Pp. 224-227.
31. Мегеда Е.В. Биохимические аспекты формирования запаха сырых гидробионтов / Е.В. Мегеда, И.Н. Ким // *Известия ТИНРО*. – 2008. – Т. 154. – С. 345-371.
31. Megeda E.V. Biochemical aspects of the formation of the smell of raw hydrobionts / E.V. Megeda, I.N. Kim // *Izvestiya TINRO*. – 2008. – Т. 154. – Pp. 345-371.
32. Кизеветтер И.В. Исследование способов улучшения вкусовых свойств минтая / И.В. Кизеветтер, В.Г. Дмитрикова, Л.Б. Гусева // *Рыбное хозяйство*. – 1980. – №4.
32. Kizevetter I.V. Investigation of ways to improve the taste properties of pollock / I.V. Kizevetter, V.G. Dmitrikova, L.B. Guseva // *Fisheries*. – 1980. – №4.
33. Вайзман Ф.Л. Основы органической химии: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ. / Под ред. А. А. Потехина. – СПб: Химия, 1995. – 464с.
33. Vaizman F.L. Fundamentals of organic chemistry: A textbook for universities: Translated from English / Edited by A. A. Potekhin. – St. Petersburg: Khimiya, 1995. – 464 p.
34. Антипова Л.В. Биохимический механизм автолитических процессов мышечной ткани рыб / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, А.З. Черкесов // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2015. – № 2(64). – С. 92-97.
34. Antipova L.V. Biochemical mechanism of autolytic processes of fish muscle tissue / L.V. Antipova, O.P. Dvoryaninova, A.Z. Cherkosov // *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. – 2015. – № 2(64). – Pp. 92-97.
35. Ярцева Н.В. Влияние промывочного раствора на органолептические свойства пищевого рыбного фарша / Н.В. Ярцева, Н.В. Долганова // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. – 2009. – № 1. – С. 151-155.
35. Yartseva N.V. Influence of washing solution on organoleptic properties of edible minced fish / N.V. Yartseva, N.V. Dolganova // *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries*. – 2009. – No. 1. – Pp. 151-155.
36. Рябцева С.А. Микробиология молока и молочных продуктов / С.А. Рябцева, В.И. Ганина, Н.М. Панова. – 1-е, Новое. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2018. – 192 с. – ISBN 978-5-8114-2752-9.
36. Ryabtseva S.A. Microbiology of milk and dairy products / S.A. Ryabtseva, V.I. Ganina, N.M. Panova. – 1st, New. – Saint Petersburg: Lan Publishing House, 2018. – 192 p. – ISBN 978-5-8114-2752-9.
37. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. – М.: Агропромиздат, 1990. – стр. 333.
37. Biotechnology / M. E. Becker, G. K. Liepins, E. P. Raipulis. – M.: Agropromizdat, 1990. – p. 333.
38. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. – М.: Агропромиздат, 1990. стр. 333.
38. Biotechnology / M. E. Becker, G. K. Liepins, E. P. Raipulis. – M.: Agropromizdat, 1990. p. 333.

Оценка качества коптильного дыма на основе его физико-химических характеристик

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-115-118

Доктор технических наук, профессор **Э.Н. Ким** – профессор;

Тимчук Е.Г. – доцент;

аспирант **Заяц Е.А.**;

Кандидат технических наук, доцент **Глебова Е.В.** – доцент;

Кандидат технических наук, доцент **Лаптева Е.П.** – доцент –
Кафедра «Управление техническими системами» Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

@ kimandama@mail.ru;
gore802@mail.ru

Ключевые слова:

коптильный дым; дисперсная фаза, массовая концентрация, частицы, дисперсный состав; копильные компоненты, фенолы, кислоты, карбонильные соединения, полиароматические углеводороды, коагуляция

Keywords:

wood smoke; dispersed phase, mass concentration, particles, dispersed composition; smoky components, phenols, acids, carbonyl compounds, polyaromatic hydrocarbons, coagulation

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SMOKY SMOKE BASED ON ITS PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS

Doctor of Technical Sciences, Professor **E.N. Kim** – Professor;

Timchuk E.G. – Associate Professor;

graduate student **Zayats E.A.**;

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Glebova E.V.** – Associate Professor;
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Lapteva E.P.** – Associate Professor –
Department of "Management of Technical Systems" of the Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO "Dalrybvtuz")

The work is devoted to the study of the physico-chemical characteristics of wood smoke used in the production of hot and cold smoked fish. The dispersion composition of wood smoke is determined depending on the temperature in the smoke formation zone and the excess air coefficient. The content of the main smoky components and polyaromatic hydrocarbons (PAHs) in the particles of the dispersed phase of wood smoke of various sizes has been established. A model of changing the dispersed composition of smoky smoke in the process of hot smoking is proposed. Theoretical calculations based on the proposed models of changes in the dispersed composition have been experimentally confirmed.

Physico-chemical and statistical research methods were used in the work.

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ТЕМЫ

Основной задачей копчения пищевых продуктов является эффективное управление процессом осаждения копильных компонентов дыма, которые в нем содержатся преимущественно в виде частиц дисперсной фазы, на поверхность обрабатываемого продукта [1-3].

Проблемой, препятствующей решению указанной задачи, является отсутствие достоверных данных о закономерностях формирования и изменения дисперсности копильного дыма, от параметров которой зависит эффективность осаждения частиц дисперсной фазы копильного дыма, под воздействием различных сил, на поверхность обрабатываемого продукта.

Решение указанной проблемы требует установления влияния параметров процессов дымогенерации и копчения на физико-химические характеристики дисперсных частиц коптильного дыма.

Исследованию дисперсного состава коптильного дыма посвящены работы отдельных ученых, таких как Н.А. Воскресенский, Э.Н. Ким, В.И. Курко, Ю.Д. Проскура, Е.А. Хван, W.W. Foster, Z.E. Sikorski, M. Vaz-Velho. Однако в известных работах отсутствуют полные данные о влиянии параметров дымогенерации на физико-химические характеристики коптильного дыма и изменение их в процессе копчения.

Исходя из вышесказанного, целью работы является установление закономерности формирования физико-химических характеристик коптильного дыма и динамики их изменения в процессе копчения.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- провести анализ дисперсного состава коптильного дыма, в зависимости от параметров дымогенерации;
- провести анализ распределения основных коптильных компонентов и ПАУ по частицам дисперсной фазы коптильного дыма.
- установить закономерности динамики дисперсного состава коптильного дыма в процессе копчения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Коптильный дым генерировали экспериментальным дымогенератором, позволяющим регулировать температуру пиролиза щепы и степень разбавления дыма воздухом [4]. В ходе исследования использовали ольховую щепу относительной влажностью 43-48%. Динамику физико-химических характеристик коптильного дыма исследовали в экспериментальной коптильной камере, позволяющей регулировать температуру и скорость рабочей коптильной среды [5].

Кониметрическую концентрацию дисперсной фазы коптильного дыма определяли ме-

Работа посвящена изучению физико-химических характеристик коптильного дыма, используемого при производстве рыбы горячего и холодного копчения. Установлен дисперсионный состав коптильного дыма в зависимости от температуры в зоне дымообразования и коэффициента избытка воздуха. Установлено содержание основных коптильных компонентов и полиароматических углеводородов (ПАУ) в частицах дисперсной фазы коптильного дыма различного размера. Предложена модель изменения дисперсного состава коптильного дыма в процессе горячего копчения. Экспериментально подтверждены теоретические расчеты по предложенным моделям изменения дисперсного состава. В работе использовались физико-химические и статистические методы исследования.

тодом инерционного осаждения при помощи каскадного импактора [6]. Распределение основных коптильных компонентов и ПАУ по частицам дисперсной фазы коптильного дыма проводили, анализируя массу осевших на каждом каскаде импактора. Содержание фенолов определяли методом с использованием 4-аминоантрипина, карбонильных соединений – по методике с использованием 2,6-денитрофенилгидразина, органических кислот – методом титрования кислот щелочью [6]. Содержание ПАУ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, в соответствии с ГОСТ Р 51650-2000 «Продукты пищевые. Методы определения массовой доли бенз(а)пирена», на флуоресцентном хроматографе с криогенной приставкой и осветителя ультрафиолетового типа «Хроматоскоп» со спектральным диапазоном 250-700 нм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты анализа дисперсного состава коптильного дыма, полученного в экспериментальном дымогенераторе при различных параметрах дымообразования, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Дисперсный состав коптильного дыма при различных параметрах дымогенерации / **Table 1.** The dispersed composition of smoky smoke at various parameters of smoke generation

No опыта	Температура в зоне дымообразования, °C	Коэффициент избытка воздуха с 22-26 °C	Масса частиц дисперсной фазы различного диаметра, % к общей массе					
			Диапазон размеров частиц, мкм					
			0,0-0,25	0,26-0,75	0,76-1,5	1,6-2,5	2,6-4,0	5,0 и более
1	350	0,3	6,3	33,1	51,2	2,1	2,3	5,0
2	350	0,6	6,5	36,2	48,4	2,0	2,1	4,8
3	350	0,9	6,8	38,4	45,1	1,9	2,0	4,5
4	450	0,3	8,3	38,0	45,2	1,9	2,1	4,5
5	450	0,6	8,6	40,6	43,3	1,7	1,9	3,9
6	450	0,9	9,1	42,5	41,7	1,4	1,7	3,6
7	550	0,3	9,3	42,8	40,4	1,3	1,6	3,6
8	550	0,6	10,4	44,1	40,3	1,2	1,3	2,7
9	550	0,9	11,2	46,7	38,2	0,9	1,1	1,9

Таблица 2. Содержание копильных компонентов и ПАУ в дисперсных частицах различного размера, % от массы дисперсной фазы / **Table 2.** The content of smoking components and PAHs in dispersed particles of various sizes, % of the mass of the dispersed phase

Диапазон размеров частиц, мкм	Содержание фенолов, %	Содержание карбонильных соединений, %	Содержание органических кислот, %	Содержание ПАУ, %·10 ⁻⁶
0,00-0,25	2,5-3,6	4,1-6,3	3,9-10,8	23,4
0,26-0,75	3,7-5,8	3,9-6,4	6,3-8,9	26,5
0,76-1,50	4,9-6,2	6,3-8,1	6,2-9,1	29,3
1,60-2,50	2,6-4,3	1,9-4,9	4,5-6,9	31,6
2,60-4,00	0,9-2,0	3,3-4,6	3,6-9,4	43,1
5,00 и более	0,3-0,6	1,1-2,9	2,9-4,8	71,3

Математическая обработка экспериментальных данных позволила представить влияние температуры дымогенерации и степени разбавления копильного дыма воздухом на массу частиц определенного размера (Y_{Δ}) в виде системы уравнений (1-6). Полученные уравнения позволяют рассчитывать дисперсный состав копильного дыма в указанном диапазоне параметров дымогенерации.

$$\begin{cases} Y_{0,0-0,25} = 2,79 + 0,03X_1 - 3,47X_2 + 0,01X_1X_2, & (1) \\ Y_{0,26-0,75} = 10,02 + 0,06X_1 + 13,53X_2 - 0,56X_2^2 - 0,01X_1X_2, & (2) \\ Y_{0,76-1,5} = 85,04 - 0,11X_1 - 16,29X_2 - 4,07X_2^2 + 0,03X_1X_2, & (3) \\ Y_{1,6-2,5} = 1,34 + 0,01X_1 + 0,81X_2 - 0,56X_2^2 - 0,002X_1X_2, & (4) \\ Y_{2,6-4,0} = 0,39 + 0,01X_1 - 0,36X_2 + 0,37X_2^2 - 0,002X_1X_2, & (5) \\ Y_{5,0} = 2,01 + 0,02X_1 + 2,11X_2 + 0,56X_2^2 - 0,01X_1X_2, & (6) \end{cases}$$

где X_1 – температура в зоне дымообразования, °С;

X_2 – коэффициент избытка воздуха.

Анализ содержания копильных компонентов и ПАУ в дисперсных частицах различного размера копильного дыма, полученного при температуре 450°С и коэффициенте избытка воздуха 0,6, приведен в таблице 2.

Анализ экспериментальных данных показывает незначительные отклонения содержания копильных компонентов в частицах дисперсной фазы копильного дыма, в зависимости от размера частиц. Большинство копильных компонентов находилось в частицах дисперсной фазы размерами до 5 мкм.

Содержание ПАУ зависит от размера частиц дисперсной фазы копильного дыма нелинейно и, чем больше размер частиц дисперсной фазы копильного дыма, тем выше концентрация ПАУ. Удаление частиц размерами больше 5 мкм, перед его попаданием в копильную камеру, позволит уменьшить содержание ПАУ в дыме, используемом при копчении.

С целью изучения динамики дисперсного состава копильного дыма, в процессе копчения отбор проб осуществляли на различных этапах процесса обработки продукции копильным дымом (рис. 1):

- в дымогенераторе;
- после разбавления копильного дыма холодным воздухом;
- на входе в копильную камеру;
- на выходе из копильной камеры.

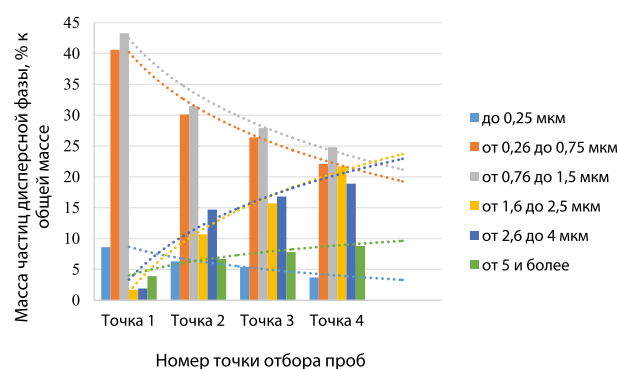


Рисунок 1. Распределение дисперсного состава копильного дыма на различных этапах процесса обработки продукции копильным дымом

Figure 1. Distribution of the dispersed composition of smoky smoke at various stages of the process of processing products with smoky smoke

В дымогенераторе копильный дым имеет достаточно высокую температуру – более 250°С. В верхней части дымогенератора происходит разбавление копильного дыма относительно холодным воздухом (температура 23-26°С, соотношение объемов около 1:1). Далее копильный дым перемещается по дымоводу диаметром 150 мм на расстояние до камеры 2,5 м со скоростью 0,5 м/с. В копильной камере в турбулентном режиме осуществляется обработка продукции копильным дымом. Частично дым удаляется из копильной камеры при той же скорости – 0,5 м/с. Динамика дисперсного состава копильного дыма в процессе копчения представлена на рисунке 1.

Оценка динамики дисперсного состава копильного дыма, в ходе копчения, показала, что масса частиц малого размера до 1,5 мкм имеет тенденцию к снижению, и в то же время масса частиц размерами от 1,6 до 4 мкм, соответственно, увеличивается, вследствие происходящих процессов коагуляции частиц, масса частиц размерами более 5 мкм в ходе копчения увеличивается не столь динамично, как массы частиц от 1,6 до 4 мкм, т.к. на эти частицы влияют две тенденции:

- увеличения массы за счет коагуляции;
- тенденция снижения массы за счет гравитационного осаждения частиц.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлены закономерности формирования физико-химических характеристик коптильного дыма и динамики дисперсного состава коптильного дыма в процессе копчения. Полученные данные позволяют рассчитывать количество и соотношение частиц дисперсной фазы коптильного дыма при различных параметрах процесса копчения и, тем самым, регулировать массообменные процессы, происходящие при копчении продукции.

Проведен анализ дисперсного состава коптильного дыма в зависимости от параметров дымогенерации. Математическая обработка позволила получить уравнения регрессии зависимости распределения частиц различного диаметра к массовой концентрации от температуры в зоне дымообразования и коэффициента избытка воздуха.

Проведен анализ распределения основных коптильных компонентов и ПАУ по частицам дисперсной фазы коптильного дыма. Анализ данных показывает незначительные отклонения содержания коптильных компонентов в частицах дисперсной фазы коптильного дыма, в зависимости от размера частиц, большинство коптильных компонентов содержалось в частицах размерами менее 5 мкм. Содержание ПАУ зависит от размера частиц дисперсной фазы коптильного дыма нелинейно, с ростом частиц содержание ПАУ в них увеличивается. Удаление частиц размерами больше 5 мкм, перед его попаданием в коптильную камеру, позволит уменьшить содержание ПАУ в дыме, используемом при копчении.

Установлены закономерности динамики дисперсного состава коптильного дыма в процессе копчения. Масса частиц малого размера до 1,5 мкм имела тенденцию к снижению, масса частиц размерами от 1,6 до 4 мкм увеличивается, вследствие происходящих процессов коагуляции частиц. Масса частиц размерами более 5 мкм, в ходе копчения, увеличивается не столь динамично, т.к. на эти частицы влияют две тенденции: тенденция увеличения массы за счет коагуляции и тенденция снижения массы за счет гравитационного осаждения частиц.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Э.Н. Ким** — идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная проверка статьи; **Е.Г. Тимчук** — сбор и анализ данных, подготовка введения и заключения, математическая обработка данных, подготовка статьи; **Е.А. Заяц** — сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Е.В. Глебова** — сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Е.П. Лаптева** — сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **E.N. Kim** — the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; **E.G. Timchuk** — data collection and analysis, preparation of the introduction and conclusion, mathematical data processing, preparation of the article; **E.A. Zayats** — data collection and analysis, preparation of the article, **E.V. Glebova** — data collection and analysis, article preparation, **E.P. Lapteva** — data collection and analysis, article preparation.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Курко В.И. Физико-химические и химические основы копчения. – М.: Пищпромиздат, 1960. – 223 с.
1. Kurko V.I. Physico-chemical and chemical bases of smoking. – M.: Pishchpromizdat, 1960. – 223 p.
2. Воскресенский Н.А. Технология посола, копчения и сушки рыбы [Текст]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищпромиздат, 1958. – 547 с.
2. Voskresensky N.A. Technology of salting, smoking and drying fish [Text]. – 2nd ed., reprint. and additional – M.: Pishchepromizdat, 1958. – 547 p.
3. Хван Е.А. О роли дисперсионной среды дыма при копчении / Е.А. Хван, Б.Ф. Садовский, Н.А. Воскресенский // Рыбное хозяйство. – 1972. – № 6. – С.67-68.
3. Hwan E.A. On the role of the dispersion medium of smoke during smoking / E.A. Hwan, B.F. Sadovsky, N.A. Voskresensky // Fisheries. – 1972. – No. 6. – Pp.67-68.
4. Патент на полезную модель № 201949 U1 Российская Федерация, МПК A23B 4/044. Дымогенератор: № 2020128033: заявл. 20.08.2020: опубл. 21.01.2021 / Е.А. Заяц, Э.Н. Ким, В.И. Максимова, Е.Г. Тимчук; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»).
4. Utility model Patent No. 201949 U1 Russian Federation, IPC A23B 4/044. Smoke generator: No. 2020128033: application 20.08.2020: publ. 21.01.2021 / E.A. Zayats, E.N. Kim, V.I. Maksimova, E.G. Timchuk; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Far Eastern State Technical University Fisheries University" (FGBOU VO "Dalrybvtuz").
5. Патент на полезную модель № 95467 U1 Российская Федерация, МПК A23B 4/052. Установка для бездымного копчения: № 2010108021/22: заявл. 04.03.2010: опубл. 10.07.2010 / Э.Н. Ким, Р.Н., Андреев, Е.В. Осипов, В.В. Максимов, Е.Г. Тимчук; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «ДымРАН» (ООО «ДымРАН»).
5. Utility model Patent No. 95467 U1 Russian Federation, IPC A23B 4/052. Installation for smokeless smoking: No. 2010108021/22: application 04.03.2010: publ. 10.07.2010 / E.N. Kim, R.N., Andreev, E.V. Osipov, V.V. Maksimov, E.G. Timchuk; applicant Limited Liability Company "DymRAN" (LLC "DymRAN").
6. Курко В.И. Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов. М.: Пищепром, 1977. – 157 с.
6. Kurko V.I. Methods studies of the smoking process and smoked products. Moscow: Pi-shcheprom, 1977. – 157 p.



Памяти Константина Гавриловича Кухоренко (1934-2022)

Отечественная рыбохозяйственная наука понесла тяжелую утрату. 16 октября 2022 г. на 89-м году ушёл из жизни **Константин Гаврилович Кухоренко** – участник становления рыбохозяйственного комплекса Калининградской области, организатор науки, автор многих научных трудов, участник многочисленных научных экспедиций в Мировой океан.

Родился Константин Гаврилович в г. Воронеж 15 января 1934 г. в семье военнослужащего и воспитательницы детского сада.

После окончания в 1956 г. Ленинградского высшего инженерного морского училища им. адмирала С.О. Макарова трудовая деятельность Константина Гавриловича Кухоренко была связана с работой в рыбной отрасли страны. До 1970 г. он ходил в моря и прошел путь от инженера до флагмана отряда поисковых судов. В 60-е годы прошлого века экспедициями под его руководством были открыты два крупных промысловых района в Атлантике. В 1971 г. К.Г. Кухоренко был назначен сначала заместителем начальника, а затем – начальником Управления промысловой разведки и научно-исследовательского флота («Запрыбпромразведка»). С 1971 по 1976 годы он возглавлял Управление «Запрыбпромразведка» и сделал эту организацию передовым научным отрядом разведчиков и поисковиков рыбных запасов в Атлантическом океане. В 1974 г. К.Г. Кухоренко успешно защитил кандидатскую диссертацию на

тему «Особенности экологии скумбрии Центрально-Восточной Атлантики и её промысел» в диссертационном совете биологического факультета Московского государственного университета.

В конце 1976 г. К.Г. Кухоренко был направлен в Анголу руководителем Представительства Минрыбхоза СССР. Преодолевая первоначально негативное отношение местного Министра рыболовства к присутствию советского флота, К.Г. Кухоренко удалось обосновать объективное мнение о запасах рыбы в водах Анголы на заседании Революционного Совета под руководством президента этой страны Агостиньё Нето, и советскому флоту (в основном калининградскому) было дано разрешение на использование водных биоресурсов ангольских вод. Здесь развился масштабный рыбный промысел. По поручению Правительства СССР советские рыбопромысловые суда часть произведённой рыбопродукции безвозмездно передавали ангольскому населению, страдавшему от голода. Первые такие поставки в объеме около 20 тыс. т были организованы К.Г. Кухоренко. Поскольку в то время на территории Анголы шла гражданская война, Константин Гаврилович, выезжая по служебным обязанностям в отдалённые от столицы районы, неоднократно попадал в опасные для его жизни ситуации, проявляя при этом мужество и верность служебному долгу.

С 1980 по 1984 гг., после возвращения из Анголы, он работал заместителем директора Атлан-

тического научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО) по научной части.

В 1984 г. К.Г. Кухоренко был назначен руководителем Представительства Минрыбхоза СССР в Марокко. В это время в районе Западной Сахары, которую марокканцы считали своей территорией, участились военные провокации против нашего рыболовного флота. Были случаи обстрела судов и жертвы среди моряков. В то же время этот район давал для рыболовства нашей страны более 1 млн т рыбы в год. Перед К.Г. Кухоренко была поставлена задача – ослабить вооружённые провокации марокканцев путем контактов с местными властями и наукой и выступлениями в прессе. Эта задача была успешно решена.

С 1987 по 1988 г., после возвращения из Марокко, К.Г. Кухоренко работал заместителем директора АтлантНИРО, а в 1988 г. он был избран директором АтлантНИРО, которым успешно руководил более 20 лет. Под его руководством институт занял передовые позиции в научных исследованиях Атлантического океана, Балтийского моря и заливов, регулировании промысла, разработке предосторожного подхода к использованию биологических ресурсов и открытии новых объектов промысла: тунцов, мезопелагических рыб, криля. В этот период ежегодно проводилось от 4 до 8 научно-исследовательских экспедиций в разные районы Мирового океана. Материалы экспедиций использовались для разработки краткосрочных и долгосрочных прогнозов условий промысла в закрепленных за институтом районах.

В 90-е годы прошлого века, с началом реформ, институт оказался без централизованного финансирования. К.Г. Кухоренко принял решение о диверсификации деятельности с целью адаптации к рыночным условиям, что позволило удерживать научный потенциал и сохранить институт. В эти же годы, благодаря инициативе и личному участию Константина Гавриловича, в АтлантНИРО появилось и стало развиваться новое направление деятельности – аквакультура, в рамках которого были отработаны технологии искусственного воспроизводства балтийского тюрбо, сига и других объектов, некоторые из которых уже успешно применяются при компенсации ущерба водным биоресурсам, причиняемого хозяйственной деятельностью на водоёмах Калининградской области.

Помимо основных задач АтлантНИРО сотрудничал на возмездной основе с иностранными учё-

ными, разработал основную часть ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду), без чего нельзя было начать добычу нефти из Кравцовского месторождения (скважина Д-6) на шельфе калининградского сектора Балтийского моря. Перед прокладкой газопровода «Северный поток» в Балтийском море АтлантНИРО провел комплекс сложных экспедиционных экологических и океанологических работ по маршруту газопровода.

С 2008 по 2020 гг. Константин Гаврилович продолжал работать в АтлантНИРО сначала советником, а затем – ведущим специалистом.

К.Г. Кухоренко – автор более 60 научных публикаций, в том числе – шести монографий. Наиболее известные из них – научно-популярные альбомы «Рыбы Атлантики» и «Рыбы Балтики и заливов», имеющие важное научное значение, заключающееся, прежде всего, в таксономической достоверности рисунков рыб, выполненных К.Г. Кухоренко.

Он прекрасно рисовал, и его картины по морской тематике сейчас украшают экспозиции Музея Мирового океана в Калининграде. Обладая прекрасным чувством юмора, он опубликовал в различных издательствах три сборника карикатур на рыбацкие темы. Константин Гаврилович был душой любой компании, а его рассказы о былых делах можно было слушать бесконечно.

Заслуги в области рыбохозяйственной науки были высоко оценены. К.Г. Кухоренко награжден Орденом Трудового Красного Знамени, Орденом Почета, 8-ю медалями, в том числе медалью «За заслуги перед Калининградской областью», имел звание «Заслуженный работник рыбного хозяйства Российской Федерации».

Обладая ярко выраженными чертами лидера, он отличался личной скромностью, трудолюбием, внимательным отношением к коллективу в целом и к каждому сотруднику, пользовался заслуженным авторитетом среди работников АтлантНИРО, был широко известен в рыбохозяйственной отрасли России и за рубежом.

Выражаем искренние соболезнования родным и близким покойного. Память о Константине Гавриловиче Кухоренко – коллеге и видном ученом-организаторе рыбохозяйственной науки останется в наших сердцах.

Коллектив Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»)

