

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

5 | 2020

16+



МОРСКАЯ ПОЛИТИКА

МИНИМИЗАЦИЯ
ННН-ПРОМЫСЛА
ЗА ПРЕДЕЛАМИ ИЭЗ
РОССИИ

стр. 4

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

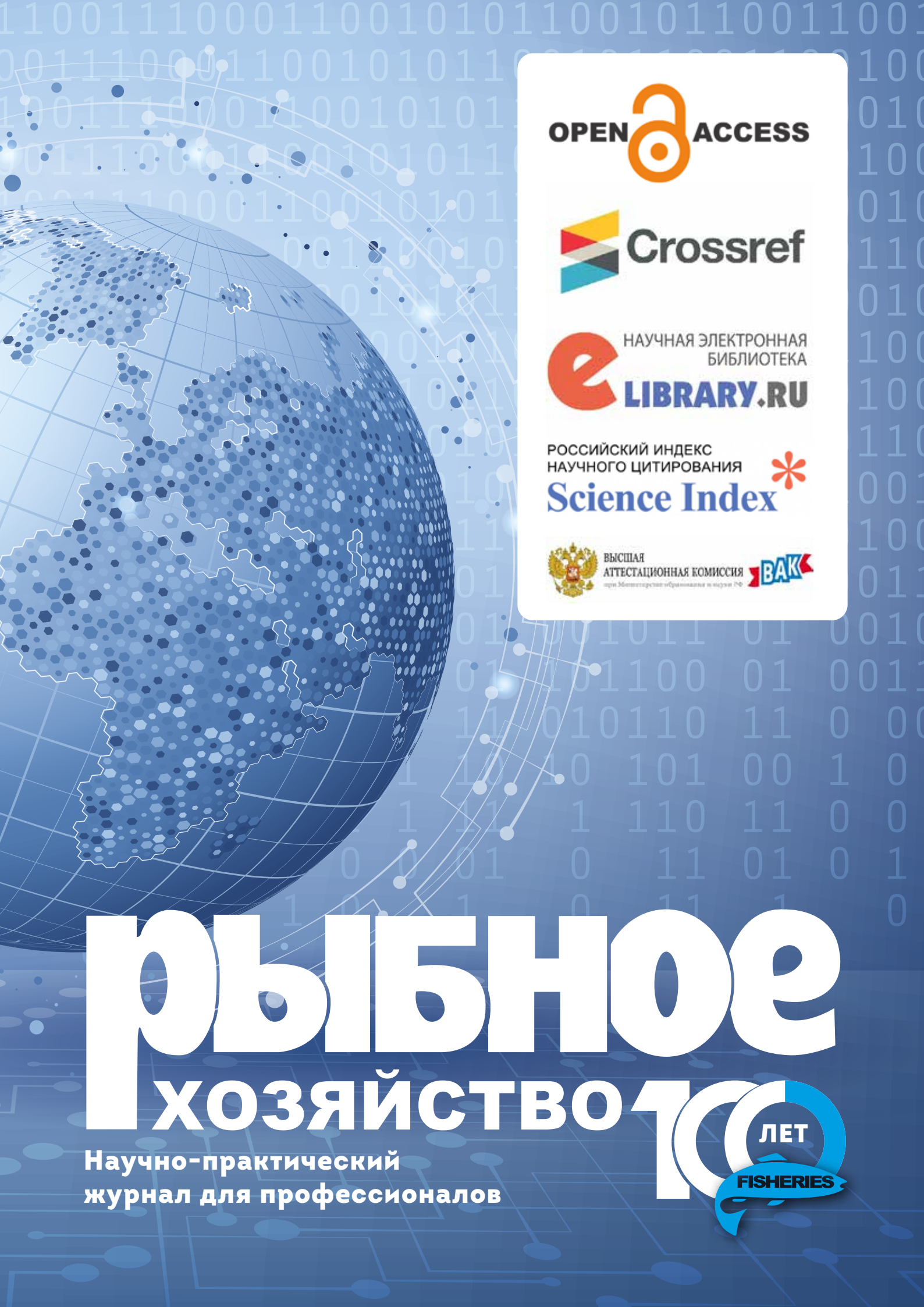
ПОДГОТОВКА
ПЛАВСОСТАВА
В СССР

стр. 30

ЭКОНОМИКА

ЭКОНОМИКА
РЫБНОЙ ОТРАСЛИ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ
ОБЛАСТИ

стр. 38



OPEN  ACCESS

 Crossref

 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ 
Science Index

 ВЫСШАЯ
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ
при Министерстве образования и науки РФ 

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО 100

ЛЕТ

FISHERIES

Научно-практический
журнал для профессионалов

RYBNOE KHOZIAYSTVO (FISHERIES)

No 05/2020

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

The Head of the Editorial Board:
Shestakov I.V. – Deputy of minister of
agriculture, head of the Federal Agency
for Fisheries

**Deputy of the Head
of the Editorial Board:**
Kolonchin K.V. – PhD, head of Russian Research
Institute of Fisheries and Oceanography

Secretary of the Editorial Board:
Philippova S.G. – editor-in-chief of Fishery
journal

Members of the Editorial Board:
Andreev M.P., Doctor of Sciences - deputy
of the head of Atlantic branch of Russian
Research Institute of Fisheries and
Oceanography
Bagrov A.M. – Corresponding Member of RAS,
Doctor of Science (Biology), Professor
Bekyashev K.A. – Doctor of Science (Law),
Professor, advisor of the head of the Federal
Agency for Fisheries
Bubunets E.V. – Doctor of Science (Agriculture),
the Central Department for Fisheries Regulation
and Norms
Kharenko E.N. – Doctor of Sciences (Technical),
head of laboratory in Russian Research Institute
of Fisheries and Oceanography
Khatuntsov A.V. – PhD (Economics), head
of the Central Department for Fisheries
Regulation and Norms
Kokorev Yu.I. – PhD (Economics), Professor,
Astrakhan State Technical University
Mezenova O.P. - Doctor of Sciences, Professor,
Honoured worker of fisheries, Kaliningrad State
Technical University
Mörsel Jörg-Thomas - Doctor of Sciences,
Professor - UBF GmbH, Germany
Ostroumov S.A. – Doctor of Sciences (Biology),
Moscow State University, Biological faculty
Pavlov D.S. – RAS academic, Doctor of Science
(Biology), scientific director of Institute
of Ecology and Evolution Problems, head
of the Ichthyology department in Moscow
State University
Rozenshtein M.M. – Doctor of Science
(Technical), Professor, head of laboratory
in Kaliningrad State Technical University
Zhigin A.V. – Doctor of Science (Agriculture),
Russian Research Institute of Fisheries and
Oceanography
Zilanov V.K. – PhD (Biology), member
of the International Academy of Ecology
and Life Protection Sciences, Professor, the
honored doctor of Moscow State Technical
University, head of “Sevryba” Executives board

MARINE POLICY

- 4** V. Belyaev, K. Zgurovskiy.
An analysis of Russian fishing
fleet outside the zone of Russian
jurisdiction for IUU fishing
estimation and minimization

ECOLOGY

- 10** E. Kozhurin, E. Gubanov,
B. Panov. Climatic trends
in the dynamics of main
characteristics of the Sea of Azov
and the Black Sea ecosystems
- 16** N. Gaydenok. Dynamics
of the genetic structure
of the population – unknown
forecast capabilities
- 25** A. Sadchikov, S. Ostroumov.
Use of dissolved organic matter
by microorganisms: formation
of water quality in a pond
of a high trophic level

FISHERIES EDUCATION

- 30** A. Skrynnik, V. Semchugov.
The system of educational
institutions for training personnel
for the fishing industry fleet
in the USSR: a brief historical
and legal aspect

ECONOMY

- 38** O Mezenova, A. Hoeling,
T. Moersel, V. Volkov,
N. Mezenova, S. Agafonova,
V. Verkhoturov, V. Sauskan,
B. Altshul, M. Rosenstein,
M. Andreev. Analysis of the
economic state and prospects
for the biotechnology
application in the fish industry
of the Kaliningrad region

LAW

- 51** K. Bekyashev, D. Bekyashev.
International legal issues
of the Sustainable Development
Goals on the conservation
of marine ecosystems
in the context of fisheries

CONGRATULATIONS

- 58** 50th anniversary of Central
Department for Fisheries
Regulation and Norms
- 59** 35th anniversary of Russian
fishing collective farms union
- 60** 90th anniversary of Baranov
Igor Alekseevich

LIVING RESOURCES AND TRADE

- 62** A. Smirnov, Yu. Omelchenko,
Yu. Semenov, Yu. Elatintseva,
A. Tkachenko. Peculiarities
of Pacific herring (*Clupea pallasii*)
fishery in January-April 2020 in
the northern part of the Sea of
Okhotsk
- 67** N. Aminina, V. Akulin,
E. Yakush. Marine plants
as a promising source of fodders
and fertilizers for agriculture

INNER WATER BODIES

- 71** G. Magomedov, Z. Alibekova,
R. Rabazanov.
Forms of Pre-Caucasian brown
trout *S. trutta caucasicus*
(Dorofeeva, 1967)
of the Caspian basin
- 76** G. Dvoryankin. Biology, ecology
and fishery value of bream
Abramis brama (Linnaeus, 1758)
of Kenozersky national Park

AQUACULTURE AND REPRODUCTION

- 80** D. Naumkina, A. Rostovtsev,
A. Abramov. Digital
heterogeneous dynamic model
of growing peled *Coregonus*
peled Gmelin
- 86** I. Shaikhiev, S. Svergunova,
Zh. Sapronova, E. Danshina.
Using intact and minced
Hermetia illucens larvae
as a fodder in aquaculture
(review of foreign literature)
- 93** O. Rudneva, A. Vasiliev,
I. Simakova, M. Rudnev,
O. Bakanov, M. Egorova.
Influence of innovative
hydrological developments on
the chemical composition of
the muscle tissue of sharp-toothed
catfish

FISHING TECHNIQUES AND FLEET

- 97** E. Osipov, D. Pilipchuk.
A study of nylon threads wear
as a complex of interconnected
operating parameters

TECHNOLOGY

- 101** E. Chupikova, K. Pavel,
S. Tkachenko. Study of iwashi
sardine lipids in the scope of
population nutrition optimization
- 107** A. Sokolov, O. Dvoryaninova,
O. Zemlyanukhina.
Fermentolysates of secondary
products of fishes cutting:
composition, nutritional
and biological value

№ 05/2020

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. – заместитель министра
сельского хозяйства, руководитель
Росрыболовства

**Заместитель Председателя
Редакционного Совета:**

Колончин К.В. – кандидат экономических
наук, директор Всероссийского научно-иссле-
довательского 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,
заместитель директора Атлантического
филиала ФГБНУ «ВНИРО» (АтлантНИРО)
Багров А.М. – член-корреспондент РАН,
доктор биологических наук, профессор
Бекашев К.А. – доктор юридических наук,
профессор, советник Руководителя
Росрыболовства

Бубунец Э.В. – доктор сельскохозяйственных
наук, ФГБУ «ЦУРЭН»

Жигин А.В. – доктор сельскохозяйственных
наук, ФГБНУ «ВНИРО»

Зиланов В.К. – кандидат биологических
наук, действительный член МАНЭБ, про-
фессор, почетный доктор ФГБОУ ВО «МГТУ»,
председатель КС «Севрыба»

Кокорев Ю.И. – кандидат экономических
наук, профессор ФГБОУ ВО «АГТУ»

Мезенова О.П. – доктор технических наук,
профессор, Почетный работник рыбного
хозяйства, ФГБОУ ВО «КГТУ»

Мерзель Йорг-Томас – доктор технических
наук, профессор научно-исследовательской
лаборатории (UBF GmH), Алтландсберг, ФРГ

Остроумов С.А. – доктор биологических
наук, МГУ имени М.В. Ломоносова,
Биологический факультет

Павлов Д.С. – академик РАН, доктор биоло-
гических наук, научный руководитель ФГБУН
«ИПЭЭ РАН», заведующий кафедрой ихтиоло-
гии МГУ им. М.В. Ломоносова

Розенштейн М. М. – доктор технических
наук, профессор, заведующий лабораторией,
ФГБОУ ВО «КГТУ»

Харенко Е.Н. – доктор технических наук,
Заместитель директора по научной работе,
ФГБНУ «ВНИРО»

Хатунцов А.В. – канд. экономических наук,
начальник ФГБУ «ЦУРЭН»

НАД ВЫПУСКОМ РАБОТАЛИ:

Главный редактор: Филиппова С.Г.

Редактор: Бобырев П.А.

Менеджер по рекламе: Маркова Д.Г.

Верстка: Козина М.Д.

МОРСКАЯ ПОЛИТИКА

4 Беляев В.А., Згуровский К.А.

Анализ деятельности российского рыболовецкого флота за пределами ИЭЗ России для минимизации потенциального ННН-промысла и воздействия на уязвимые морские экосистемы (Часть 2)



ЭКОЛОГИЯ

10 Кожурин Е.А., Губанов Е.П., Панов Б.Н.

Климатические тенденции изменений основных характеристик экосистем Азовского и Чёрного морей

16 Гайденок Н.Д.

Динамика генетической структуры популяции – неизвестные возможности прогноза

25 Садчиков А.П., Остроумов С.А.

Утилизация растворенного органического вещества микроорганизмами: формирование качества воды в высокотрофном пруду

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

30 Скрынник А.М., Семчугов В.А.

Система подготовки кадров плавсостава для флота рыбной промышленности и хозяйства СССР в отраслевых учебных заведениях: краткий историко-правовой аспект



ЭКОНОМИКА

38 Мезенова О.Я., Хелинг А., Мерзель Т., Волков В.В., Мезенова Н.Ю., Агафонова С.В., Верхотуров В.В., Саускан В.И., Альтшуль Б.А., Розенштейн М.П., Андреев М.П.

Анализ состояния экономики и перспектив применения биотехнологии в рыбной отрасли Калининградской области

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

- 51** Бекашев К.А., Бекашев Д.К.
Международно-правовые вопросы Целей устойчивого развития по сохранению морских экосистем в контексте рыболовства (ЦУР-14)

ПОЗДРАВЛЯЕМ

- 58** ФГБУ «ЦУРЭН» – 50 ЛЕТ
59 Союзу рыболовецких колхозов России 35 лет!
60 Игорю Алексеевичу Баранову – 90 лет

БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ

- 62** Смирнов А.А., Омельченко Ю.В., Семенов Ю.К., Елатинцева Ю.А., Ткаченко А.А.
Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2020 года в северной части Охотского моря
67 Аминина Н.М., Акулин В.Н., Якуш Е.В.
Морские растения – перспективный источник кормов и удобрений для сельского хозяйства

ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ

- 71** Магомедов Г.М., Алибекова З.Г., Рабазанов Р.Н.
Формы существования предкавказской кумжи - *Strutta caucasicus* (Дорофеева, 1967) Каспийского бассейна
76 Дворянкин Г.А.
Биология, экология и рыбохозяйственное значение леща *Abramis Brama* L. (Linnaeus, 1758) Кенозерского национального парка

**АКВАКУЛЬТУРА И ВОСПРОИЗВОДСТВО**

- 80** Наумкина Д.И., Ростовцев А.А., Абрамов А.Л.
Цифровая гетерогенная динамическая модель выращивания пеляди *Coregonus peled* Gmelin
86 Шайхиев И.Г., Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Данышина Е. П.
Использование биомассы личинок *Hermetia illucens* для выращивания рыб в аквакультуре (обзор зарубежной литературы)
93 Руднева О.Н., Васильев А.А., Симакова И.В., Руднев М.Ю., Баканов О.Ю., Егорова М.А.
Влияние инновационных гидрологических разработок на химический состав мышечной ткани клариевых сомов

ТЕХНИКА РЫБОЛОВСТВА И ФЛОТ

- 97** Осипов Е.В., Пилипчук Д.А.
Исследование процессов износа капроновых ниток, как комплекса взаимосвязанных эксплуатационных параметров

ТЕХНОЛОГИЯ

- 101** Чупикова Е.С., Павел К.Г., Ткаченко С.А.
Исследования липидов сардины иваси в свете оптимизации питания населения
107 Соколов А.В., Дворянинова О.П., Землянухина О.А.
Ферментолиты из вторичных продуктов разделки рыб: состав, пищевая и биологическая ценность

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 – до 600 экз.

Подписной индекс журнала: 73343, 11116

Подписано в печать: 09.10.2020. 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: svetlana-filippova@yandex.ru; rh-1920@mail.ru

© ФГБУ «ЦУРЭН», 2016

The magazine «Rybnoe Khoziaystvo» (“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 Khoziaystvo» (“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 «Контур», Россия, Московская обл., г. Москва, ул. Большая Академическая, дом №4 пом. IV, корпус 1, оф.3. тел.: 8 (8332) 228-297.

Анализ деятельности российского рыбопромыслового флота за пределами ИЭЗ России для минимизации потенциального ННН-промысла и воздействия на уязвимые морские экосистемы (Часть 2)

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-4-9

Д-р биол. наук, профессор
В.А. Беляев – руководитель
 Департамента международного
 сотрудничества
 ФГБНУ «ВНИРО»;
 Канд. биол. наук
К.А. Згуровский –
 старший советник «Программы
 устойчивого рыболовства»
 Всемирного фонда дикой
 природы (WWF)

@ greyfox2005_52@mail.ru;
 belyaev@vniro.ru

Ключевые слова:
 вылов водных биоресурсов,
 районы за пределами вод
 национальной юрисдикции,
 океаническое рыболовство,
 открытые и конвенционные
 районы, уязвимые морские
 экосистемы, мониторинг
 рыболовства, морские
 охраняемые территории
 (МОРы)

Keywords:
 catch of aquatic bioresources,
 areas beyond the waters of
 national jurisdiction, ocean
 fisheries, open and Convention
 areas, vulnerable marine
 ecosystems, fisheries monitoring,
 marine protected areas (MPAs)

ANALYSIS OF THE ACTIVITIES OF THE RUSSIAN FISHING FLEET OUTSIDE THE RUSSIAN EEZ TO MINIMIZE POTENTIAL IUU FISHING AND IMPACT ON VULNERABLE MARINE ECOSYSTEMS

V. Belyaev, PhD, Russian Federal Research Institute of Fishery and Oceanography (VNIRO) and Oceanography;
 K. Zgurovskiy, PhD, Senior Advisor of the World Wide Fund for Nature (WWF)
 greyfox2005_52@mail.ru; belyaev@vniro.ru

Russia is now on the 4th place in terms of total actual catch in the world. Despite the fact that the main part of the Russian catch is in the Russian exclusive economic zone (EEZ), many companies have started to look for new fishing areas and targets beyond the waters of national jurisdiction (ABNJ). Our analysis shows that the largest share of fish harvested by Russia outside its EEZ is in NEAFC areas, the North West Pacific area is quite promising as well. Preliminary analysis showed some signs of insufficiently controlled activity of the Russian fleet in the areas of ABNJ. This requires additional efforts to improve the monitoring system, especially in "restricted areas", marine protected areas (MPAs) and areas of reproduction.

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «АРХАНГЕЛЬСКИЙ ТРАЛОВЫЙ ФЛОТ» (АО «АТФ»)

Возьмем для примера одну из крупных российских рыболовных компаний – Акционерное общество «Архангельский траловый флот» (АО «АТФ») и рассмотрим ее промысловые операции для оценки возможных нарушений. По официальным данным, а также согласно отчетам Морского попечительско-

го совета (MSC), деятельность А/О «Архангельский траловый флот» соответствует всем правилам рыболовства, контролируется местным филиалом Федерального агентства по рыболовству. В процесс сертификации были включены пять судов АО «АТФ» (табл. 1), добывающих в северо-восточной Атлантике арктическую пикшу и треску, а также сайду – в районах с использованием донного трала.

Промысел ведется в Баренцевом море, где юрисдикция разделена между Россией и Норвегией. Этот промысел трески и пикши регулируется Смешанной российско-норвежской комиссией по рыболовству (JNRFС), которая определяет ОДУ для пикши, мойвы и палтуса. Квоты трески и пикши разделены 50/50 между двумя государствами. Промысел сайды осуществляется в соответствии с планом управления, а квоты выделяются на основании принятых решений сессии [1].

На судах АО «АТФ» проводятся контрольные операции вылова рыбы в водах, находящихся в норвежской и российской юрисдикции. В 2014 г. 65% улова было доставлено в российские порты (Мурманск и Архангельск) и 35% – в голландские порты (которые охвачены режимом контроля НЕАФК) через перевалку на транспортные суда в море. Пограничная служба при ФСБ инспектирует рыболовецкие суда в пределах Российской ИЭЗ. Во время перевалки присутствуют инспекторы. Регулярно, несколько раз в год (согласно информации от ВВТА), проверяются суда АО «АТФ» в портах. Хотя данные о количестве проверок отсутствуют, ВВТА даны гарантии, что серьезных нарушений в этом промысле не выявлено, в том числе – занижения вылова и подмены видов (это тоже часть стандартной инспекции). Вся отчетность о коммерческих уловах, выгруженных в Норвегии, основана на регистрации выгруженных и взвешенных уловов, которые регистрируются в регистрах выгрузки и продажи норвежского Управления рыболовства. Эти данные российские рыбохозяйственные органы включают в свою отчетность, наряду с сообщениями о вылове, полученными от капитанов судов.

Данные об уловах являются качественными, гарантией чего служит сравнение отчетов с информацией об экспорте рыбопродукции, с ежемесячными отчетами от судовладельцев, а также с информацией, сообщенной в Форме контроля государства порта НЕАФК при выгрузке уловов в третьих странах и обмен информацией между сторонами в отношении уловов, выгруженных в портах друг друга отдельными судами.

Норвегия и Россия ежемесячно обмениваются информацией:

- по уловам, выгруженным каждой стороной в портах другой стороны, отдельным судном;
- по докладам сторон об уловах, регулируемых квотами видов, в норвежской экономической зоне и Российской экономической зоне;
- по статистике вылова трески, пикши, мойвы, путассу и креветок.

Россия сейчас находится на 4-м месте по объему общего фактического вылова в мире. Несмотря на то, что основная часть российского вылова приходится на российскую исключительную экономзону (ИЭЗ), многие компании начали искать новые промысловые районы и объекты промысла за пределами вод национальной юрисдикции (Areas Beyond National Jurisdiction – ABNJ). Наш анализ показывает, что наибольшая доля рыбы, добываемой Россией вне своей ИЭЗ, приходится на районы НЕАФК. Однако и район СЗТО является довольно перспективным. Предварительный анализ показал некоторые признаки недостаточно контролируемой деятельности российского флота в районах ABNJ. Это требует дополнительных усилий по совершенствованию системы мониторинга, особенно в «запретных зонах», морских охраняемых территориях (МОРы) и районах воспроизводства.

Таким образом, считается, что внутренние процедуры на борту судов (требуемые норвежским и российским законодательством о рыболовстве), а также сложная сеть правоприменительной деятельности органов власти Норвегии, России и других стран государств-членов НЕАФК являются достаточными для обеспечения того, чтобы рыболовство и транспортировка рыбы и рыбопродуктов осуществлялись легально и конкретных факторов риска не было выявлено.

ОЦЕНКА РИСКА ПРОМЫСЛА

Внутренние процедуры и правоприменительная деятельность обеспечивают минимальный риск продажи сертифицированного улова от подразделений за пределами района сертификации. Рыбная продукция надлежащим образом маркируется на борту рыболовного судна, проверяется в море, а также во время перевалки и выгрузки.

Порты выгрузки:

Россия:

Мурманск, Архангельск, Санкт-Петербург

Нидерланды: Velsen, Eemshaven

Норвегия: Тромсе, Киркенес, Хаммерфест

Обо всех планируемых перегрузках необходимо заранее сообщать российским правоохранительным органам, чтобы они имели возможность про-

Таблица 1. Список судов АТФ, сертифицированных по стандартам MSC /

Table 1. List of Arkhangelsk Trawl Fleet vessels certified according to MSC standards

ID судна	Судно	EU номер	Номер PRC
АК-0751	Ачинск	34G	CH-34G
М-0299	Ветлуга	87B	CH-87B
МК-0473	Холмогоры	50H	CH-50H
МК-0240	Севрыба-1	01A	CH-1A
М-0347	Марк Любовский		

верить операции физически. Журналы хранятся для рыболовных и транспортных судов в течение одного года; затем они хранятся рыболовной компанией еще три года.

Районы северной части Тихого океана за пределами ИЭЗ различных государств находятся под юрисдикцией Северотихоокеанской комиссии по рыболовству (НПФК), членом которой является Россия. Работа российских рыболовных судов в конвенционных зонах НПФК регулируется международными правилами действия рыболовных судов в конвенционных зонах. Общий вылов российских судов в ИЭЗ иностранных государств (в основном – Японии) и в конвенционных зонах НПФК составляет около 45-50 тыс. т различных промысловых объектов, основные из них в исследуемый период – скумбрия (японская), дальневосточная сардина (иваси) и лемонема. В отдельные годы вылов сайры также играет значительную роль в общем вылове.

В зонах ИЭЗ иностранных государств в северо-западной части Тихого океана (СЗФО) российские суда работают в пределах квот, установленных Россией по международным соглашениям с этими государствами. Основным интерес представляет японская ИЭЗ, где для российских судов выделяются квоты на пелагических рыб, численность которых в последние годы увеличивается. Это дальневосточная сардина (иваси), скумбрия и сайра, которые мигрируют из российской ИЭЗ в воды Японии и открытого Тихого океана. Российские суда ведут там промысел осенью и зимой.

В последние годы в японской ИЭЗ работает до 20 судов более 10 российских компаний. Например, в 2018 г. их общий вылов составил более 42 тыс. т, из которых вылов скумбрии составляет 32981 т, дальневосточных сардин

(иваси) – 3088 т, остальная часть улова приходилась на лемонему и другие виды рыб.

В центральной части СЗТО на Гавайском и Императорском хребтах российские суда работают уже более 20 лет. Основные виды донной ярусной рыбалки – морской монах, морской окунь и другая рыба. Занимается ярусным рыболовством компания «Восток-1», эксплуатируя там одно судно. Вылов различных видов рыб обычно составляет 200-300 тонн. В том же районе наблюдалось одно судно другой компании, его улов составил около 30 т морского монаха.

В открытой части СЗТО в последние годы при промысле рыбы в летние месяцы задействовано до 3 судов. Основным объектом промысла – сайра. Кроме того, эти суда искали скумбрию. В 2018 г. на промысел выходили 3 судна из 3 компаний. Улов сайры составил 2658 тонн.

Открытая часть Охотского моря

В районе открытой центральной части Охотского моря (за пределами российской ИЭЗ) континентальный шельф, в соответствии с международным правом, находится под юрисдикцией России, и российские суда могут вести промысел донных (оседлых) беспозвоночных – глубоковод-

ных видов крабов, преимущественно – равношипого краба. В 2018 г. в этом районе работало 12 российских судов 8 компаний, выловивших около 200 т краба. В то же время воды над дном открытой центральной части Охотского моря признаны международными и открытыми для международного рыболовства.

Воды Антарктики (АНТКОМ)

Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ) создана в 1980 г. в соответствии с Конвенцией по сохранению морских живых ресурсов Антарктики. Членами Комиссии являются 23 страны и Европейский Союз [2].

Ежегодно на сессиях АНТКОМ вырабатываются специальные «Меры по сохранению», определяющие объемы, сроки, способы вылова для каждого объекта промысла, разрешенные орудия лова, периодичность и характер информации, поступающей в секретариат Комиссии от международных наблюдателей и инспекторов.

В рамках АНТКОМ ежегодно проводятся несколько национальных и интернациональных морских экспедиций с целью оценки состояния запасов рыб, криля, крабов и других гидробионтов. Вся научная информация, по результатам исследований, поступает в базу данных АНТКОМ и может быть использована Россией в любое время и в полном объеме.

В антарктических водах, в том числе в западной и восточной частях моря Росса, 3 судна двух компаний вылавливают клыкача. Эти воды относятся к конвенционному району АНТКОМ. Создание морской охраняемой зоны (ООПТ) в море Росса значительно сократило промысловые площади российских судов в этом районе. Соответственно, вылов клыкача российскими судами сократился почти в 4 раза – с 800 до 200 и менее тонн. В январе-декабре 2018 г. российские суда находились в море Росса 70 дней, а их вылов составил всего 139,4 т рыбы.

Воды центральной и южной частей Тихого океана

Региональная организация по управлению рыболовством в южной части Тихого океана (СПРФМО) The South Pacific Regional Fisheries Management Organisation (SPRFMO) – межправительственная организация, которая стремится к долгосрочному сохранению и устойчивому использованию рыбных ресурсов южной части Тихого океана и тем самым способствует сохранению морских экосистем. Организация состоит из Комиссии и ряда вспомогательных органов. Членами Комиссии являются: Австралия, Белиз, Республика Чили, Китайская Народная Республика, Острова Кука, Республика Куба, Европейский Союз, Королевство Дания в отношении Фарерских островов, Республика Корея, Новая Зеландия, Российская Федерация, китайский Тайбэй и Республика Вануату [3 и 4].

Россия, как член Конвенции СПРФМО, продолжает вести ограниченный промысел ставриды в южной части Тихого океана. В настоящее

время разработана и утверждена Национальная программа России для наблюдателей Региональной организации по регулированию рыболовства в южной части Тихого океана, которой будут руководствоваться российские рыбаки при промысле в зоне действия СПРФМО.

Рыболовство в зоне Марокко

Подписание нового Соглашения между Правительством России и Правительством Королевства Марокко о сотрудничестве в области морского рыболовства ожидается до окончания 2020 года. У Марокканской стороны отмечается озабоченность, в связи с небольшим снижением запасов и введением дополнительных ограничений для их сохранения. На 2019-2020 г. российская квота на вылов рыбы в экономической зоне Марокко составляет 140 тыс. т в год. Лимит на 2020-2021 г. в большей степени будет зависеть от состояния запасов. Пока состояние запасов на стабильном уровне с небольшим снижением. Российская квота намного больше, чем объем, который предоставляется марокканскими властями Европейскому союзу.

ОТРАСЛЕВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

По материалам Росрыболовства (ФАР) Отраслевая система мониторинга (ОСМ) создавалась 20 лет назад для обеспечения рационального использования, изучения запасов и сохранения водных биологических ресурсов, а также наблюдения за деятельностью рыбопромыслового флота России, однако с течением времени ее функционал существенно расширился, а ОСМ вышла на принципиально новый, цифровой уровень.

Сегодня ОСМ – это многоуровневая информационно-аналитическая система, обеспечивающая в реальном времени сбор, анализ и передачу данных о производственной деятельности судов рыбопромыслового флота и их местоположении. Программное обеспечение позволяет структурировать получаемые сведения и в автоматическом режиме формировать отчеты об освоении квот, нарушениях и объемах вылова. Так, в 2018 г. ЦСМС собрал почти 319 тысяч судовых суточных донесений от более чем 1,5 тысячи рыбопромысловых судов. Более 1,5 тысяч пользователей водных биологических ресурсов подали почти 65 тысяч оперативных отчетов.

ОСМ включает такие модули как «Картография» и «Аналитика». Также автоматизированы и централизованы процессы выдачи разрешений на вылов, подачи судовых суточных донесений через функционал Электронного промыслового журнала, успешно функционирует «Закрытый сайт» для обмена на международном уровне сертификатами и многие другие подсистемы. Однако время не стоит на месте, поэтому возможности ОСМ постоянно расширяются, появляются новые функции и сервисы.

Сегодня модуль «Аналитика» позволяет в автоматическом режиме формировать аналитическую отчетность, основываясь на первичных данных из

ОСМ, а «Картография» служит ключевым инструментом, куда стекаются данные о позиционировании судов.

В планах разработчиков ОСМ – расширить объем предоставляемой информации. Так, для аналитического модуля планируется создать своеобразный генератор, позволяющий формировать динамичную отчетность. При дальнейшем развитии модуля «Картография» ЦСМС планирует соотнести данные о вылове рыбы и морепродуктов с непосредственным местом вылова, чтобы можно было строить карты плотности уловов. Благодаря этим данным мы сможем отражать на карте где и в какой период были скопления рыбы. Сейчас с помощью сервиса уже можно получать сведения о ледовой обстановке, в планах – добавить информацию о температурном режиме воды. Все это станет хорошим подспорьем для капитанов судов.

ЦСМС ведет разработку новых сервисов для ОСМ – «БД Квоты» и «Электронные разрешения», «Управление отчетностью», «Управление договорами» и другие. Так, например, модуль «БД Квоты» предназначен для подготовки и выпуска директивных документов по квотированию водных биологических ресурсов, а сервис «Электронные разрешения» предназначен для приема заявок, подготовки и выдачи разрешений на вылов рыбы и морепродуктов.

В дальнейшем ОСМ может получить такие элементы для отслеживания доставки рыбной продукции от производителя до потребителя, как «Логистика»; «Рыбопродукция» – для контроля за ее реализацией и доведения до конечного потребителя, а также «Контроль ННН-промысла» – для рыбоохраны и автоматизации деятельности подразделений Росрыболовства, ответственных за государственный контроль, надзор, охрану водных биоресурсов.

В перспективе ОСМ станет базой для создаваемой межведомственной информационно-аналитической системы «Рыболовство», которая призвана обеспечить эффективное взаимодействие и обмен информацией между Росрыболовством, погранслужбой ФСБ России, МВД РФ, ФНС России, ФТС России и другими заинтересованными службами.

Внедрение МИАС «Рыболовство» позволит повысить информационную доступность деятельности рыбохозяйственного комплекса России, повысить качество и оперативность предоставления госуслуг, а также сократить долю нелегального рынка рыбной продукции.

«Накопленные знания ОСМ, а также расширенный функционал – хороший старт для формирования единой платформы регулирования рыбопромысловой деятельности – МИАС «Рыболовство». Ее запуск существенно повысит эффективность межведомственного взаимодействия. Современный технологический подход позволит автоматизировать процесс обмена данными между ведомствами, устранить риски человеческого фактора, тем самым – увеличить оперативность и достоверность предоставляемой информации о рыбопромысловой деятель-

ности РФ», – прокомментировал начальник ЦСМС Артем Вилкин.

Важным этапом в развитии цифровых услуг ЦСМС стало начало опытно-промышленной эксплуатации портала Отраслевой системы мониторинга в январе 2019 года. Для тестирования доступны модули формирования статистических и оперативных отчетов о вылове рыбы и морепродуктов на основании данных судовых суточных донесений, оформления в электронном виде разрешений на добычу и свидетельств соответствия ТСК и другие сервисы.

После полноценного запуска портал ОСМ станет единым окном для обмена информацией и получения государственных услуг, взаимодействия рыбака, бизнеса и Росрыболовства. Согласно распоряжению руководителя Росрыболовства № 1 от 10.01.2019 об эксплуатации программного комплекса электронных промысловых журналов, ЭПЖ должны сменить систему судовых суточных донесений (ССД) на суточные рапорты ЭПЖ, заверяемые усиленной квалифицированной подписью рыбацких предприятий. Разработан законопроект об ЭПЖ, который, после получения всех необходимых согласований, будет направлен в Государственную Думу РФ. В законопроекте будет раздел, посвященный выдаче электронных разрешений на вылов (добычу) водных биоресурсов. Акт готовности ЭПЖ уже на подписи.

ЦСМС считает, что сверхзатрат на установку и эксплуатацию ЭПЖ со стороны хозяйствующих субъектов не потребуются, все обучающие программы имеются на сайте. Установка программного комплекса производится специалистами ближайшего филиала ЦСМС на коммерческой основе. При этом руководитель ЦСМС не исключил возможные технические сбои в работе ЭПЖ, которые, по его мнению, могут быть легко восполнены суточным рапортом с использованием любых средств связи.

Отдельным вопросом стала практика работы с Порталом отраслевой системы мониторинга, работа которого осуществляется на сайте osm.gov.ru. Использование данного государственного информационного ресурса возможно только при условии создания личного кабинета пользователя в ближайшем филиале ЦСМС.

Пользователь вправе применять различные модули портала для подачи статистической и оперативной отчетности, которая не заменяет необходимость подачи сведений в бумажном виде. При этом пользователь обязан систематически актуализировать свою базу данных в личном кабинете во избежание проблем с подачей отчетности.

Представители рыбацких организаций и территориальных управлений Росрыболовства достаточно критично отнеслись к ведению указанного личного кабинета, сообщили факты непринятия мер по устранению технических ошибок в работе системы на протяжении длительного периода (до года). Общее недоумение вызвало удаление в декабре 2018 г. с портала ОСМ справочника орудий рыболовства, в результате чего стало невозможным выставлять коды применяемых орудий лова (табл. 2). Сравнительный анализ разных систем, проведенный нашими экспертами, показывает, что наиболее эффективной системой является система «Аргос». В настоящее время она, к сожалению, запрещена к использованию в РФ. В связи с этим рыбакам пришлось закупать другое оборудование (Гонец и Иммарсат).

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ННН В АРКТИКЕ

В 2019 году Российская Федерация выступила принимающей стороной Конференции научных экспертов стран-участниц Соглашения о предотвращении нерегулируемого промысла в районе открытого моря центральной части Северного Ледовитого океана – первой встречи предста-

Таблица 2. Сравнительный анализ разных систем ОСМ /

Table 2. A comparative analysis of different systems of fishery satellite monitoring

Характеристика	Argos	Inmarsat	SAT-AIS	Гонец
Недоступность данных для иностранных организаций	-	-	-	+
Наличие российского сегмента системы	-	+	-	+
Передача всех данных исключительно через российскую станцию сопряжения	-	-	-	+
Конфиденциальность данных	+	+	-	+
Глобальный охват	+	-	+	+
Регулярное поступление данных	+	+	-	+
Невозможность фальсификации	+	-	-	-
Возможность функционирования от встроенного аккумулятора для повышения безопасности мореплавания	+	-	-	-
Возможность выявления кратковременного отключения электропитания ТСК	+	-	-	+
Режим реального времени	-	+	-	-
Поллинг	-	+	-	-
Наличие надежного судового оборудования	+	+	+	+

вителей сторон после подписания документа. Встреча состоялась 12-13 апреля 2019 г. в Архангельске.

Ученые обсудили план исследований состояния арктических запасов водных биоресурсов и управления ими. Соглашение заключено 3 октября 2018 г. между Россией, США, Канадой, Данией (за Фарерские острова и Гренландию), Норвегией, Исландией, Японией, Китаем, Республикой Корея и Европейским союзом. Цель Соглашения – создание международно-правовой базы регулирования рыболовства в этом районе [5]. От Российской Федерации подпись под документом поставил заместитель министра сельского хозяйства России – руководитель Росрыболовства Илья Шестаков. Текст Соглашения был очень дискуссионным, в итоге Российская Федерация отстояла принципиально значимые для приарктических стран моменты – именно позиция России позволила зафиксировать особую роль прибрежных государств в Арктике.

На Конференции эксперты обсудили предложения по Программе мониторинга центральной части Северного Ледовитого океана, вопросы обмена научной информацией, дополнительные положения и процедуры, регулирующие деятельность совместных научных мероприятий, а также меры регулирования исследовательского рынка. Несмотря на то, что экосистема центральной части Северного Ледовитого океана не подверглась воздействию человека, она быстро меняется вследствие изменения климата, а последствия этих изменений изучены недостаточно. Собранные отметили, что если не приступить к исследованиям в ближайшее время, то есть риск безвозвратно упустить возможность сбора этих данных. Хрупкость арктической природы и длительное время ее восстановления делают задачу проведения комплексных исследований региона приоритетной, как и разработку научно обоснованной стратегии освоения его богатств. В частности, ученые обсудили планы мониторинга, изучения зон, открытых для навигации лишь на определенный срок, а также возможности привлечения траулеров и ледоколов для сбора ихтиологических материалов. Формирование совместного плана исследований, обмен научной информацией и координация экспедиционной деятельности необходимы для сохранения и рационального освоения Арктики [6]. В ходе круглого стола проработан доклад пятого совещания научных экспертов по запасам водных биоресурсов в Центральной Арктике и подготовлены проекты совместных научных программ в данном регионе.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ:

1. Россия сейчас находится на 4-м месте по объему общего фактического вылова в мире. У правительства и рыбной отрасли амбициозные планы по обновлению флота и увеличению общего российского улова до 6 млн тонн. В связи с некоторыми радикальными изменениями в процессе распределения внутренних квот (изъятие квот у традиционных рыбаков и повторное введение аукционов квот), многие компании начали искать

новые промышленные районы и цели за пределами вод национальной юрисдикции. Поэтому мы прогнозируем серьезное увеличение активности российских рыбаков в ближайшее время за пределами 200-мильной зоны ИЭЗ России.

2. Наш анализ показывает, что наибольшая доля рыбы, добываемой Россией вне своей ИЭЗ, приходится на районы НЕАФК. В связи с этим предлагается выбрать именно этот район для дальнейшей работы по совершенствованию российского рыболовства в районах АВНЖ.

3. Предварительный анализ показал некоторые признаки недостаточно контролируемой деятельности российского флота в районах АВНЖ. Это требует дополнительных усилий по совершенствованию системы мониторинга, особенно в «запретных зонах», МПА и районах воспроизводства. Предлагается провести более подробный анализ промысловых операций одной из сертифицированных по стандартам MSC российских компаний.

4. Система спутникового мониторинга совершенствуется, но есть ряд решений, которые существенно ограничивают ее эффективность. Более подробно этот вопрос авторы планируют обсудить в следующих публикациях, посвященных Национальному плану по борьбе с ННН-промыслом.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Борисов В.М., Глубоков А.И., Котенев Б.Н. Двустороннее сотрудничество России в области рыболовства. М.: изд. ВНИРО, 2008. 217 с.
1. Borisov V.M., Glubokov A.I., Kotenev B.N. Dvustoronnee sotrudnichestvo Rossii v oblasti rybolovstva. M.: izd. VNIRO, 2008. 217 p.
2. Сборник международных конвенций и соглашений Российской Федерации по вопросам рыболовства / науч. ред. К.А. Бекашев; под общ. ред. А.А. Крайнего. - М.: Проспект., 2010. 560 с.
2. Sbornik mezhdunarodnyh konvencij i soglashenij Rossijskoj Federacii po voprosam rybolovstva / nauch. red. K.A. Bekyashev; pod obshch. red. A.A. Krajnego. - M.: Prospekt., 2010. 560 p.
3. Глубоков А.И., Попова Н.Р., Глубоковский М.К. Промысловые пелагические рыбы ЮВТО: международное регулирование промысла и состояние запасов. // Труды ВНИРО. т. 174, 2018. с. 21-27.
3. Glubokov A.I., Popova N.R., Glubokovskij M.K. Promyslovye pelagicheskie ryby YUVTO: mezhdunarodnoe regulirovanie promysla i sostoyanie zapasov. // Trudy VNIRO. V. 174, 2018. Pp. 21-27.
4. Саускан В.И., Архипов А.Г., Осадчий В.М. О современном состоянии и перспективах развития российского промысла водных биоресурсов в Атлантическом океане и южной части Тихого океана. «Рыбное хозяйство» № 5. 2018 г. с. 7-11.
4. Sauskan V.I., Arhipov A.G., Osadchij V.M. O sovremennom sostoyanii i perspektivah razvitiya rossijskogo promysla vodnyh bioresurosov v Atlanticheskom okeane i yuzhnoj chasti Tihogo okeana. «Rybnoe hozjajstvo» № 5. 2018. Pp. 7-11.
5. Бекашев К.А., Галстян Г.Г. Современный правовой режим Северного морского пути и может ли он стать интернациональным? // «Рыбное хозяйство». 2019. №4. С. 45-50.
5. Bekyashev K.A., Galstyan G.G. Sovremennyy pravovoj rezhim Severnogo morskogo puti i mozhet li on stat' internacional'nyum? // «Rybnoe hozjajstvo». 2019. №4. Pp. 45-50.
6. Беляев В.А., Ридигер А.В., Согрина А.В. Наука для рыбохозяйственной отрасли в Арктической зоне: сотрудничество, основные задачи отрасли и научные пути их решения // «Арктика 2035: Актуальные вопросы, проблемы, решения». № 2. 2020. С. 23-29.
6. Belyaev V.A., Ridiger A.V., Sogrina A.V. Nauka dlya rybohozjajstvennoj otrasli v Arkticheskoj zone: sotrudnichestvo, osnovnye zadachi otrasli i nauchnye puti ih resheniya // «Arktika 2035: Aktual'nye voprosy, problemy, resheniya». № 2. 2020. Pp. 23-29.

Keywords:

climatic changes, marine ecosystems, the Sea of Azov, the Black Sea, trends, hydrometeorological factors, biotic processes, anthropogenic impact

Климатические тенденции изменений основных характеристик экосистем Азовского и Черного морей

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-10-15

Е.А. Кожурин –

Руководитель Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») Д-р биол. наук, доцент

Е.П. Губанов – главный научный сотрудник, отдел Керченский, сектор Мирового океана; Канд. геогр. наук **Б.Н. Панов** – старший научный сотрудник Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

@ ekoz@mail.ru;
egubanov@yandex.ru;
panov_b_n@azniirkh.ru;
0806lanin@mail.ru

Ключевые слова:

климатические изменения, морские экосистемы, Азовское и Черное моря, тренды, гидрометеорологические факторы, биотические процессы, антропогенные воздействия

CLIMATIC TRENDS IN THE DYNAMICS OF MAIN CHARACTERISTICS OF THE SEA OF AZOV AND THE BLACK SEA ECOSYSTEMS

E. Kozhurin, E. Gubanov, Doctor of Sciences, Associate Professor, **B. Panov**, PhD – Azov-Black Sea branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ekozh@mail.ru; egubanov@yandex.ru; panov_b_n@azniirkh.ru

The trends in climatic changes in hydrometeorological, biological, fisheries and anthropogenic characteristics of the Sea of Azov and the Black Sea ecosystems during 1980-2010 are considered. Despite the high annual variability in means of the characteristics, the significant amount of analyzed variables can be described with both linear and periodic trends. The main changes in variables considered fall on the periods of 1989-1990 and 2005-2006. The changes are explained by both natural and technogenic reasons. It is concluded, that there is a high probability of fish productivity recovery in 30th-40th of XXI century to the level of 1970th-1980th in the Sea of Azov and the Black Sea if anthropogenic impact will decrease or stabilize.

ВВЕДЕНИЕ

В 70-х годах XX столетия стала очевидной социально-экологическая проблема деградации морских экосистем Азовского и Черного морей, уровень рыбопромысловой продуктивности которых к 90-м годам в отдельных районах снизился более чем на порядок [1]. От этого времени нас отделяет уже более 30 лет.

Тенденции изменений характеристик природных экосистем, устойчивых на протяжении периодов порядка 30 лет, принято

считать климатическими. Для их выявления необходимы десятилетия достаточно регулярного мониторинга исследуемых характеристик.

И даже имея такие ряды наблюдений, достаточно сложно выделить климатические тенденции в спектре более быстрых многолетних изменений и значительной межгодовой изменчивости. В то же время существует социально (в том числе и экономически) обоснованный интерес к результатам анали-

за таких тенденций. Представления о реальных трендах и, желательно, причинах, их обусловивших, позволяют экстраполировать характеристики состояния экосистем, как на ближайшие годы, так и на аналогичный по протяженности климатический период.

Основные изменения в экосистемах Азовского и Черного морей, в целях использования их ресурсов, чаще всего, принято характеризовать в абиотическом блоке: температурой и соленостью вод, изменениями пресного стока, ветровой активностью, в биотическом – запасом рыб различных популяций и их промышленным выловом.

Оценки указанных характеристик экосистем Азовского и Черного морей климатического периода 1980-2010 гг. присутствуют в значительном количестве работ, посвященных отдельным проблемам функционирования этих экосистем. Поэтому в данной работе мы попытались выполнить некоторое их обобщение (в Черном море – с акцентом на северную его половину) и сравнение, с целью получить представление не только об изменениях разрозненных характеристик, но и, по возможности, понимание закономерностей этих изменений и основных экосистемных связей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использованы материалы ряда других обобщающих исследований и собственные разработки авторов. Приводятся указания о климатических трендах и долгопериодных изменениях (в периоды близкие к интервалу 1980-2010 гг.) следующих характеристик для Черного и Азовского морей: среднее атмосферное давление и переносы в Азово-Черноморском регионе; температуры воздуха и поверхности моря; атмосферным осадкам; уровню моря; скорости ветра; солености поверхностных вод; концентрации биогенных элементов, планктона и зообентоса (для Азовского моря); антропогенное влияние; акклиматизация вселенцев; запасы и вылов промысловых рыб.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В характеристиках атмосферной циркуляции в Азово-Черноморском регионе в период 1980-2010 гг. наблюдался сначала (до 1990 г.) рост среднего атмосферного давления от 1016,2 до 1017,7 мбар затем его уменьшение до 1015,9 мбар. Этот процесс сопровождался ослаблением северных атмосферных переносов (до 1990 г.), а затем их усилением. В зональных переносах все 30 лет присутствовала тенденция ослабления, преобладающая в регионе, восточных переносов. Интересно, что после 2010 г. по всем трем показателям наметились противоположные тенденции [2].

Период повышенного давления с 1982 по 1994 гг. был связан с активизацией Азорского максимума атмосферного давления и ослаблением на юго-западе Азово-Черноморского региона влияния Средиземноморских циклонов. В это же время в регионе отмечалось снижение влияния Сибирского максимума и повышенное влияние циклонов на севере. Период наиболее низкого ат-

Рассмотрены тенденции климатических изменений группы характеристик гидрометеорологических, биологических, рыбопромысловых и антропогенных процессов, наблюдавшихся в экосистемах Черного и Азовского морей в период с 1980 по 2010 год. Несмотря на высокую межгодовую изменчивость средних годовых значений характеристик, в изменениях значительной доли рассмотренных показателей выделяются как линейные тренды, так и колебательный характер изменений. Периоды изменения тенденций приходятся в основном на 1989-1990 гг. и на 2005-2006 годы. Причины изменения характера тенденций имеют как природную, так и техногенную основу. Сделан вывод о высокой вероятности восстановления к 30-40-м годам XXI века рыбопродуктивности экосистем Азовского и Черного морей до уровня близкого к 70-80-м годам прошлого века, при условии снижения или, по крайней мере, стабилизации антропогенного влияния.

мосферного давления (2001-2014 годов) характеризовался ослаблением влияния в регионе Переднеазиатской депрессии, Сибирского и Азорского максимумов (в результате чего заметно уменьшились горизонтальные градиенты давления), а также повышением активности Средиземноморских циклонов [3].

Тенденции изменения абиотических (гидрометеорологических) характеристик экосистем морей приводятся в таблице 1. В нее включены сведения, взятые из обобщающего анализа [4] значительного количества исследований, которые представляют средние для морей характеристики, а также сведения из работы [5], которая описывает тенденции тех же характеристик в прибрежной зоне северного побережья Черного моря.

Общая особенность изменчивости средних годовых гидрометеорологических характеристик состоит в том, что линейные климатические тренды приходится выявлять на фоне значительных межгодовых колебаний.

На фоне трансформации абиотической части экосистемы меняется и структура биотической ее части. В Черном и Азовском морях



Таблица 1. Тенденции климатических изменений основных гидрометеорологических характеристик экосистем Черного и Азовского морей в период 1980-2010 гг. /

Table 1. Chemical composition and nutritional value

Средние годовые характеристики	Описание тенденций изменения характеристик	
	в Черном море	в Азовском море
Температура воздуха	По данным измерений на метеостанции Геленджика, для исследуемого периода присутствует линейный положительный тренд 0,051°C/год (что примерно в пять раз больше тенденции глобального потепления климата). В северной части моря понизилась в 90-е годы прошлого века с 12°C до 11°C, затем к 2010 г. увеличилась до 13°C.	Тренд показывает рост значений около 0,05°C в год. В итоге средняя годовая температура увеличилась на 1,8°C.
Сумма атмосферных осадков	Присутствует незначительный положительный тренд 0,15 мм/мес. Сумма осадков увеличивалась на 56 мм в год. В северной части моря увеличилась от 400 мм/год до 650 мм/год в 2005 г., затем к 2010 г. резко сократилось снова до 400 мм/год.	Отмечается небольшой положительный тренд 0,14 мм/мес. В итоге среднегодовое значение увеличилось на 54 мм (примерно от 610 до 660 мм/год).
Скорость ветра	За период 1979-2011 гг. тренд над всей акваторией оказался положительным , вследствие усиления ветра в 1995-2005 годы. Формально увеличение скорости ветра в тренде произошло от 2,9 м/с в 1980 г. до 3,5 м/с в 2010 году. Однако к концу периода значения фактически оказались на уровне 1979-1985 годов. В северной части моря значения снизились от 4,2 м/с до 3,5 м/с.	Отмечен незначительный формальный тренд увеличения значений с 4,2 м/с до 4,3 м/с. Реального усиления не выявлено.
Температура поверхности моря	Измерения на гидрометеостанциях ряда пунктов на побережье, а также спутниковые данные указывают на потепление поверхности моря. В 1982-1993 гг. среднегодовая температура воды в целом по морю не превышавшая 15°C, к 2007-2009 гг. увеличилась до 16°C. В формальном тренде значения увеличились от 14,2°C в 1982 г. до 15,8°C в 2009 году. На севере моря изменения соответствуют температуре воздуха. Сначала значения уменьшались от 13°C до 12°C, затем увеличилась до 14°C.	Рост с трендом 0,007°C в год в интервале температур 11,7°C-11,9°C
Соленость поверхности моря	Уменьшение значений для всего моря примерно на 0,5%. В западной половине моря снижение от 18,2 до 18,0%. Особенно значимы тренды в районах устьев рек, лиманов и в Керченском проливе. Здесь уменьшение произошло в среднем от 16,2‰ до 15,5‰.	Уменьшалась от 12‰ до 9,5‰ в 2006 г., затем устойчивый рост
Речной сток	С 1993 г. отмечался положительный тренд (+14,72 м ³ /с в год) расхода вод Дуная. Однако после наиболее высокого стока в 2005-2007 гг. отмечено его достаточно резкое уменьшение.	Тренд стока реки Дон - уменьшение примерно на 16 км ³ /год в интервале 1000-500 м ³ /год.
Уровень моря	По данным морских ГМС на севере моря значения увеличивались до 2005 г. от 480 см до 490 см, затем начали уменьшаться. По данным альтиметрии с 1993 г. наблюдался рост примерно на 0,8 см/год.	Рост примерно на 20 см до 2005-2006 годов, затем резко понижился на 10 см.

обилие бактериопланктона возрастало в период сравнительно интенсивной фазы эвтрофикации в 1983-1987 годах. В 2004-2007 гг. уровень развития бактериопланктона значительно снизился, что отражало его реакцию на уменьшение загрязнения морской воды органикой [6-10].

В северо-западной части Черного моря уменьшалась биомасса фитопланктона [11].

В северо-восточной части Черного моря исследования после 1996 г. отмечают ярко выраженный тренд к увеличению кормового зоопланктона среднегодовой биомассы. Структура сообщества в значительной мере восстановилась за счет увеличения биомассы копепод и кладоцер, практически отсутствовавших в 80-90-х годах. Появившийся в 2000 г. вид *Pontella mediterranea* является индикатором неэвтрофицированных вод, что указывает на начавшиеся положительные изменения в состоянии черноморской экосистемы [9; 10].

Вылов черноморской хамсы СССР в 1968-1988 гг. имел положительный тренд, а с середины 1970-х до конца 1980-х был стабильно высоким. Затем началось его сокращение, вплоть до нуля в путину 1993-1994, то есть с точностью до наоборот. Сходная динамика была и у запаса черноморской хамсы – до 1997 г. он был на высоком уровне 0,8-1,8 млн т, затем сократился до 0,3-0,4 млн

тонн. Относительно динамики вылова и запаса можно отметить примерно то же, что и для черноморской хамсы [17].

Однако уменьшение жирности хамсы и шпрота до 2005 г. не прекратилось [11].

В Азовском море уменьшилось содержание валовых форм азота и фосфора, содержания кремнекислоты. После 1995 г. содержание кремнекислоты стало возрастать. Это связывают с вытеснением из фитопланктона в период опреснения диатомовых водорослей.

В изменениях концентраций фитопланктона, зоопланктона и зообентоса в собственно Азовском море и Таганрогском заливе видны заметные различия. Если в Таганрогском заливе концентрация планктона снижалась, а зообентоса незначительно росла, то в собственно море в концентрациях планктона присутствует незначительный положительный тренд, а концентрациях зообентоса – незначительный отрицательный.

Запасы полупроходных и ценных видов рыб уменьшились как от зарегулирования речного стока, так и в результате ННН-промысла. Запасы и уловы хамсы и тюльки начали снижаться в конце 80-х годов из-за вселения гребневика мнемипсиса, но, в связи со стабилизацией условий, начали постепенно увеличиваться в 90-х и 2000-х

годах. Отмечена тенденция увеличения площади заморов с 8,7 тыс. км² до 13 тыс. км². Это связывают с вселением гребневика мнемииопсиса, потеплением, ослаблением ветров, увеличением стока рек и ослаблением водообмена с Черным морем во второй половине рассматриваемого периода [12].

В это же время судак и чехонь исчезли из уловов, добыча тарани также резко уменьшилась. На низком уровне находятся запасы калкана (1,4 тыс. т) и глоссы (не более 170 т), рекомендуемые уловы которых составляют соответственно 400 и 30 т/год. Промысловый запас бычков еще в 2002 г. составил всего лишь 4,5 тыс. т при допустимом их вылове 1,1 тыс. т. [13].

На фоне происходящих в экосистемах трансформаций наблюдалось **вселение новых видов животных** и перестройка экологических связей сообществ.

Черное море по числу видов вселенцев занимает лидирующее положение среди морских водоемов, многие из них освоили Азовский бассейн, став редкими или массовыми. Большинство видов экзотов в новых условиях обитания погибают или их численность мала и не учитывается. Обилие вселенцев, акклиматизировавшихся в Черном и Азовском морях, увеличило их видовое разнообразие, что может рассматриваться как положительно, так и отрицательно.

За вселением и вспышкой численности гребневика мнемииопсиса в Черное море, а затем и Азовское последовало вселение его естественного врага – гребневика *Beroe ovata*. С появлением берое специалисты связывают более благоприятные перспективы промысла планктонофагов.

Целенаправленно были интродуцированы и успешно акклиматизировались гигантская устрица, гамбузия и пиленгас [14].

Вселение пиленгаса в Азово-Черноморский бассейн началось с 1970 г., когда он был внедрен в солоноводные озера Северного Приазовья, в частности – в Молочный лиман.

В 1992 г. в Молочном лимане была отмечена очень высокая эффективность естественного нереста пиленгаса. На фоне снижения уловов всех аборигенных рыб моря, уловы пиленгаса увеличивались от 30 т в 1992 г. до 7,6 тыс. т в 2000 году. Максимальный запас пиленгаса, насчитывающий около 60 тыс. т, ожидаемо пришелся на начало его эксплуатации, когда азовская популяция пиленгаса была в состоянии, близком к «девственному». По мере интенсификации промысла запас снижался, по-видимому, до перехода в состояние близкое к равновесному. После того как запас составил около половины от девственного, в 2005-2009 гг., система «запас-промысел» была наиболее продуктивной и устойчивой, в эти годы в промысел начинали вступать наиболее высокие по численности поколения, достигавшие 20-28 млн шт., а регистрируемый годовой вылов находился в пределах 6,5-10,3 тыс. тонн.

К середине 90-х годов наметилась **тенденция к восстановлению сырьевой базы рыб в Черном и Азовском морях**. Она была вызвана стабили-

зацией на меньшем уровне биомассы гребневика мнемииопсиса, а также сокращением количества промысловых усилий и интенсивности загрязнения прибрежных вод, в связи с экономическими проблемами стран Причерноморья. Это отразилось на состоянии запасов и промысла водных биоресурсов у берегов Крыма. Так из 19 видов промысловых рыб, для которых имеется статистика крымского вылова не менее чем за 15 лет, начиная с 2000 г., у 63% видов наблюдаются положительные тренды годовых уловов. Положительные тренды наблюдались у азовской хамсы, черноморской ставриды, кефали, барабули и черноморского калкана, но отрицательные – у черноморской хамсы, черноморского шпрота и пиленгаса. Тем не менее, основываясь на анализе динамики вылова к 2015 г., специалисты давали положительную оценку тенденциям крымского рыболовства [16]. Осенью 2019 г. наблюдался массовый подход черноморской хамсы на зимовку к берегам Крыма и высокий вылов в путину 2019/2020 годов.

Значительная часть влияния на экосистемы Черного и Азовского морей имеет антропогенный характер. Это обусловлено тем, что их ресурсы используются шестью странами, а водосборный бассейн утилизирует техногенные сбросы территории, которую населяет более 170 млн человек из 20 европейских государств.

Примерно четвертая часть морского побережья Черного и Азовского морей принадлежит России.

В Азовском море регулирование речного стока привело к его сокращению на 25-30% и к неизбежным изменениям эволюционно сложившейся экосистемы моря. С колебаниями водности рек связаны межгодовые изменения солености Азовского моря. Необходимый лимит поступления речной воды в Азовское море (19,0 км³) в маловодные годы не обеспечивается. Это приводит к кризисным повышениям солености вод моря и уменьшению его рыбопродуктивности за счет проходных и полупроходных рыб.

В реки Азовского моря промышленные предприятия сбрасывают около 15 км³ в год сточных вод, в т.ч. более 4 км³ – загрязненных. С речными стоками в море поступает наибольшее количество загрязняющих веществ, в том числе нефтепродуктов, фенолов, пестицидов, минеральных удобрений, органики.

Балластные и льяльные воды, сбрасываемые с судов, являются источником поступления в море нефтепродуктов и железа.

Донные отложения на территориях портов и подходных каналов, как правило, на 50-80% состоят из мелкодисперсных, активно мигрирующих илистых фракций, загрязненных нефтяными, полициклическими и ароматическими углеводородами, тяжелыми металлами и пестицидами.

Объем грунтов, перемещаемых из подходных судоходных каналов и акваторий портов, постоянно увеличивался и к 2010 г. составлял в Азовском море 3,6 млн т, что превышает твердый сток Дона (1,2 млн т) и объемы наносов, поступающих вследствие абразии берегов (1,3 млн т), в 3 раза.

Нарастающая аккумуляция в донных осадках загрязняющих веществ, в т.ч. органики, может резко ухудшить экологическую ситуацию и поставить под угрозу само существование современной экосистемы Азовского моря.

Загрязнение вод Азовского моря биологически активными веществами – фенолами, нефтепродуктами, солями тяжелых металлов, хлор- и фосфорорганическими ядохимикатами – определило редукцию биологического разнообразия, вызвало изменение в поведении и физиологии гидробионтов (в частности, рыб).

Мониторинг гидрохимических условий и состояние химического загрязнения прибрежной зоны Азовского моря показывает, что в XXI в. объем сбрасываемых в море загрязняющих веществ несколько уменьшился, но произошло это, к сожалению, вследствие спада промышленного производства, а не в результате каких-либо существенных мер по защите морских экосистем [1].

После аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. в водах Азовского моря значительно возросло количество цезия и стронция. В течение 2-3-х лет основным источником радиоактивных элементов был речной сток. Затем активность этого источника снизилась и незначительное поступление радиоактивных элементов из Черного моря стабилизировало ситуацию на низком безопасном уровне [12].

Антропогенный пресс, испытываемый бассейном Черного моря, имеет в принципе те же составляющие что и в Азовском море.

Только в северо-западной части моря суммарное, в конце рассматриваемого периода, годовое поступление нефтепродуктов из береговых источников составляло 124,7 тыс. т, в т.ч. из Дуная – 53 тыс. т, из Днестра, Днестра и Южного Буга – 1,5 тыс. т от промышленных стоков – 63,3 тыс. т, от коммунальных – 6,9 тыс. тонн.

Основными причинами периодических заморов в северо-западной части Черного моря, заиливания мидийных банок, исчезновения знаменитых черноморских устриц явились негативные влияния нефтяного загрязнения поверхности моря, эвтрофикация речного стока и донные траления при добыче шпрота в 80-е годы прошлого века.

В бентали северо-западной части Черного моря в течение двух последних десятилетий XX в. наблюдалась деградация запасов филофоры, которые в 70-е годы составляли 9 млн тонн. В начале текущего столетия они сократились до 0,5-0,8 млн т и утратили промысловое значение.

Морские перевозки нефтепродуктов, составлявшие в 1995 г. около 45 млн т в год, в 2003 г. возросли до 95 млн тонн. Теоретически ежегодный объем нефтеперевозок может увеличиться до 220-225 млн тонн. Без учета аварийных ситуаций только при технологических потерях в 0,01% от объема транспортируемых нефтепродуктов в морскую среду может поступать ежегодно до 20 тыс. т нефтепродуктов.

В местах расположения морских нефтегазовых платформ в Черном море наиболее распро-

страненными поллютантами являются углеводороды и тяжелые металлы. Химический состав воды и донных отложений, состав фито- и зоопланктона, донных животных и ихтиофауны зависят от удаленности платформы от берега, глубины ее нахождения, продолжительности ее эксплуатации.

Сброс в море балластных и льяльных вод приводит к дополнительному поступлению нефтепродуктов, железа и сверхвысоким концентрациям азота, фосфора и кремния в донных отложениях. Именно благодаря сбросу балластных вод, на сегодняшний день в Черном море зарегистрировано около 70 видов вселенцев. При этом до начала 70-х годов прошлого столетия основным источником вселенцев была марикультура [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе [5] автор приводит оценки корреляции, сглаженных 5-летней скользящей фильтрацией, значений рассмотренных гидрометеорологических характеристик Черного моря. Интересно, что соленость поверхностных вод коррелирует со всеми характеристиками с наибольшими коэффициентами корреляции в пределах 0,60-0,84. Это свидетельствует о том, что все рассматриваемые гидрометеорологические характеристики являются факторами изменения водно-солевого баланса поверхностных вод Черного моря. Природные изменения в биотическом блоке морских экосистем являются, по нашему мнению, в разной степени удаленными последствиями изменений этого баланса.

По многим показателям точки изменения направленности тенденций приходятся в основном на 1989-1990 и на 2005-2006 годы. Поскольку тренды характеристик меняются в течение рассмотренного периода, преимущественно один раз можно предполагать, что первая компонента длительных трансформаций экосистем Черного и Азовского морей – природные климатические изменения носят колебательный (с периодом порядка 70 лет) и в значительной степени обратимый характер. Это позволяет ожидать в 30-40-х годах XXI в. (несмотря на затяжную фазу глобального потепления) возврат по многим показателям их состояния к уровню 70-80-х годов прошлого столетия.

Второй, реально катастрофической, компонентой является антропогенное влияние (и, в первую очередь, ННН-промысел), которое ведет к необратимым последствиям в изменениях экосистем Черного и Азовского морей.

Поэтому основной задачей сохранения рассматриваемых экосистем является регулирование и, прежде всего, ограничение любых форм антропогенного воздействия.

Основными приоритетами международной природоохранной деятельности, направленной на решение вопросов рационального использования ресурсов Азово-Черноморского бассейна, должны быть:

- координация научных исследований по мониторингу экосистем, оценки живых ресурсов, определению норм изъятия;

- обмен научной и промыслово-хозяйственной информацией;

- согласование любых форм реконструкции биоты, включая вопросы повышения продуктивности экосистем;

- общие регулирования рыболовства и других видов природопользования.

На смену ушедшей в прошлое концепции о неисчерпаемости водных живых ресурсов должно прийти убеждение, что природные ресурсы могут оставаться самовозобновляемыми только при условии их рациональной щадящей эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Губанов, Е.П. Экологические аспекты состояния биоресурсов Черного моря / Е. П. Губанов // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна. Материалы II Международной конференции 26-27 июня 2006 г. Керчь: ЮгНИРО, 2006. С. 10-16.
1. Gubanov, E.P. Ekologicheskie aspekty sostoyaniya bioresursov Chernogo morya / E. P. Gubanov // Sovremennye problemy ekologii Azovo-CHernomorskogo bassejna. Materialy II Mezhdunarodnoj konferencii 26-27 iyunya 2006 g. Kerch': YUgNIRO, 2006. Pp. 10-16.
2. Панов Б.Н., Спиридонова Е.О. Современные тенденции изменений характера атмосферной циркуляции в Азово-Черноморском регионе. Метеорология и гидрология, 2018, № 1, с. 43-51.
2. Panov B.N., Spiridonova E.O. Sovremennye tendencii izmenenij haraktera atmosfernoj cirkulyacii v Azovo-CHernomorskom regione. Meteorologiya i gidrologiya, 2018, № 1, Pp. 43-51.
3. Панов Б.Н., Спиридонова Е.О. Климатические изменения поля приземного атмосферного давления в Азово-Черноморском регионе (1960–2017 гг.) // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. 2019. № 2. С. 65-71.
3. Panov B.N., Spiridonova E.O. Klimaticheskie izmeneniya polya prizemnogo atmosfernoj davleniya v Azovo-CHernomorskom regione (1960–2017 gg.) // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. 2019. № 2. Pp. 65-71.
4. Костяной А.Г., Гинзбург А. И., Лебедев С.А., Шеремет Н.А. Черное море. Азовское море// Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Основной том (Глава 5.3 Южные моря России). М, Росгидромет, 2014, с.644-664.
4. Kostyanov A.G., Ginzburg A. I., Lebedev S.A., SHeremet N.A. CHernoe more. Azovskoe more// Vtoroj ocenochnyj doklad Rosgidrometa ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. Osnovnoj tom (Glava 5.3 YUzhnye morya Rossii). M, Rosgidromet, 2014, Pp. 644-664.
5. Ильин Ю.П. Основные факторы и классы морских гидрометеорологических условий черноморского побережья Украины на масштабах десятилетней и межгодовой изменчивости // Наукові праці УкрНДГМІ, 2013, Вип. 265 с. 66-77.
5. Il'in YU.P. Osnovnye faktory i klassy morskikh gidrometeorologicheskikh uslovij chernomorskogo poberezh'ya Ukrainy na masshtabah mezhdesyatiletnej i mezhgodovoj izmenchivosti // Naukovi praci UkrNDGMI, 2013, Issue 265 Pp. 66-77.
6. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР», т. IV Черное моря. Вып. 2 Гидрохимические условия и океанические основы формирования биологической продуктивности (под. Ред. А.И. Симонова, А.И. Рябинина, Д.Е. Грешанович) – СПб.: Гидрометиздат, 1992. 220 с.
6. Gidrometeorologiya i gidrohimiya morej SSSR. Proekt «Morya SSSR», t. IV CHyornoe morya. Vyp. 2 Gidrohimicheskie usloviya i okeanicheskie osnovy formirovaniya biologicheskoy produktivnosti (pod. Red. A.I. Simonova, A.I. Ryabinina, D.E. Greshchanovit') – Spb.: Gidrometizdat, 1992. 220 p.
7. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. V Азовское море – СПб.: Гидрометиздат, 1991. 110 с.
7. Gidrometeorologiya i gidrohimiya morej SSSR. T.V Azovskoe more – Spb.: Gidrometizdat, 1991. 110 p.
8. Бронфиам А.М. Гидробиологические и гидрохимические сезонные продуктивности Азовского моря / М.: Пищевая промышленность, 1979. 288 с.
8. Bronfiam A.M. Gidrobiologicheskie i gidrohimicheskie sezony produktivnosti Azovskogo morya / M.: Pishchevaya promyshlennost', 1979. 288 p.
9. Губанов Е.П. Антропогенное и природное влияние на экологическую ситуацию в Азово-Черноморском бассейне // Рыбное хозяйство Украины. №2-3, 2009. С. 40-44.
9. Gubanov E.P. Antropogennoe i prirodnoe vliyanie na ekologicheskuyu situaciyu v Azovo-CHernomorskom bassejne // Rybnoe hozyajstvo Ukrainy. №2-3, 2009. Pp. 40-44.
10. Губанов Е.П. Техногенное воздействие на экосистему Черного моря и его последствия // Рыбное хозяйство Украины. №3-4, 2005. С. 14-18.
10. Gubanov E.P. Tekhnogennoe vozdejstvie na ekosistemu CHyornogo morya i ego posledstviya // Rybnoe hozyajstvo Ukrainy. №3-4, 2005. Pp. 14-18.
11. Г.Е. Шульман, В.Н. Никольский, Т.В. Юнева, А.М. Щепкина, Л. Бат, А.Е. Кидейш Воздействие глобальных климатических и региональных факторов на мелких пелагических рыб Черного моря // Морський екологічний журнал, № 4, Т. VI. 2007, с. 18-30.
11. G.E. SHul'man, V.N. Nikol'skij, T.V. YUneva, A.M. SHCHepkina, L. Bat, A.E. Kidejsh Vozdejstvie global'nykh klimaticheskikh i regional'nykh faktorov na melkih pelagicheskikh ryb CHyornogo morya // Mors'kij ekologichnij zhurnal, № 4, V. VI. 2007, Pp. 18-30.
12. Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море / Южн. науч. центр РАН. – М.: Наука, 2006. 304 с.
12. Matishov G.G., Gargopa YU.M., Berdnikov S.V., Dzhenyuk S.L. Zakonomernosti ekosistemnykh processov v Azovskom more / YUzhn. nauch. centr RAN. – M.: Nauka, 2006. 304 p.
13. Кожурин Е.А. Пиленгас: акклиматизация, биологический взрыв, депрессия и перспективы промысла. Рыбное хозяйство №1, 2018. С. 92-94.
13. Kozhurin E.A. Pilengas: akklimatizaciya, biologicheskij vzryv, depressiya i perspektivy promysla. Rybnoe hozyajstvo №1, 2018. С. 92-94.
14. Губанов Е.П., Гетманенко В.А., Сизова Е.А. Вселенцы Азовского и Черного морей: эскалация продолжается // Рыбное хозяйство Украины № 1 (61), 2009. С. 12-25.
14. Gubanov E.P., Getmanenko V.A., Sizova E.A. Vselency Azovskogo i CHyornogo morej: eskalaciya prodolzhaetsya // Rybnoe hozyajstvo Ukrainy № 1 (61), 2009. Pp. 12-25.
15. Кожурин Е.А., Були Л. И., Губанов Е.П. Влияние экологических факторов на ранний онтогенез и численность пиленгаса Planiliza haematocheila в Азовском море // Рыбное хозяйство. 2020. № 3. С. 36-42.
15. Kozhurin E.A., Buli L. I., Gubanov E.P. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na rannij ontogenez i chislennost' pilengasa Planiliza haematocheila v Azovskom more // Rybnoe hozyajstvo. 2020. № 3. Pp. 36-42.
16. Кожурин Е.А., Шляхов В.А., Губанов Е.П. Динамика уловов промысловых рыб Крыма в Черном море // Труды ВНИРО, т. 171. 2018. С.157-169.
16. Kozhurin E.A., SHlyahov V.A., Gubanov E.P. Dinamika ulovov promyslovykh ryb Kryma v CHyornom more // Trudy VNIRO, V. 171. 2018. Pp.157-169.
17. Prodanov K., Mikhailov K., Daskalov G., Maxim K., Ozdamar E., Chashchin A., Arkhipov A., Shlyakhov, V. Final report of the project "Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation" // General Fisheries Council for the Mediterranean, Studies and Reviews, № 68, FAO, Rome. 1997. 178 pp.
17. Prodanov K., Mikhailov K., Daskalov G., Maxim K., Ozdamar E., Chashchin A., Arkhipov A., Shlyakhov, V. Final report of the project "Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation" // General Fisheries Council for the Mediterranean, Studies and Reviews, № 68, FAO, Rome. 1997. 178 p.



Динамика генетической структуры популяции – неизвестные возможности прогноза

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-16-24

Д-р биол. наук, профессор
Н.Д. Гайденок – Сибирский
 федеральный университет,
 г. Красноярск

@ ndgay@mail.ru

Ключевые слова:

популяционный континуум, многотычинковый муксун Енисея, эволюционные и экологические особенности функционирования, возрастная и генетическая структура, озимая и яровая расы, генетико-экологическая модель В. А. Костицына, MSY

Keywords:

population continuum, multi-stalk muksun of the Yenisei, evolutionary and ecological characteristics of functioning, age and genetic structure, winter and spring races, genetic and ecological model V.A. Kostitsin, MSY

DYNAMICS OF THE GENETIC STRUCTURE OF THE POPULATION – UNKNOWN FORECAST CAPABILITIES

N. Gaydenok, Doctor of Sciences, Professor – Siberian State University, ndgay@mail.ru

The paper describes the evolutionary and ecological features of the functioning and genetic structure of the classical multi-rake semi-anadromous muksun in the Yenisei. By modeling the dynamics of the genetic and age structures of the population, it is shown that it is possible to determine MSY based on the dynamics of the subordinate winter race individuals appearance at the Upper Spawning grounds.

ВВЕДЕНИЕ

Ввиду того, что в настоящей работе, посвященной изучению генетических особенностей функционирования подвидовых континуумов муксуна сибирских рек, речь пойдет не об иллюстрации Первого закона Георга Менделя – выражение (M), на примере этих прекрасных цветов Касмеи, произрастающих в условиях панмиксии и отсутствия эндолимитирования (рис. 1),

$$(A + a) \cdot (A + a) = (A + a)^2 = A^2 + 2Aa + a^2 = AA + Aa + aA + aa \quad (M),$$

а об иллюстрации этого же закона на примере закономерности локализации континуума нерестилищ классического многотычинкового полупроходного муксуна (КНП) – доминанта подвидовых континуумов муксуна сибирских

рек (рис. 2, 3), обитающего уже в конкретных гидрографических, гидрологических, гидрохимических и экологических условиях, многократно изменяющихся на протяжении геологической истории Сибири [9] (рис. 4, 5). Именно это изменение условий послужило причиной дифференциации, как вида на подвиды, так и доминантного подвида на расы.

Здесь сразу необходимо сделать замечание – главная особенность Первого закона Георга Менделя заключается вовсе не в том, что он отражает чисто количественную оценку распределения зигот, а в том, что описывает распространение (локализацию) зигот по пространству генотипов, а в случае совпадения генотипов и фенотипов, то и по пространству фенотипов.

Именно это качество открывает путь для использования более строгого математического аппарата, позволяющего изучать ситуации, выходящие за рамки классических условий – панмиксии и отсутствия эндолимитирования, что и определяет задачу настоящей работы, результаты которой будут продемонстрированы для получения новых знаний, относящихся к области прогнозирования состояния популяции в промысловых условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ввиду преобладания исследований в качестве материалов будут представлены только дополнительные литературные источники, отсутствующие в первой части исследований.

В плане методов здесь можно отметить следующее: для решения проблемы привлечен аппарат генетико-экологического моделирования, изложенный в работах В.А. Костицына [26] и Свирежева [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящем исследовании будет рассмотрен классический КНП, имеющий интраподвидовую структуру – расы. Проведенный в предыдущих частях исследования [8; 9], анализ геологической истории необходим для исключения впечатления о банальном механическом переносе результатов теории генетики на внешне сугубо ихтиологические вопросы, касающиеся вопросов расообразования – внутривидовой структуры элементов подвидовых континуумов.

Положение дел с выделением рас КНП обусловлено фактом наличия, удаленных друг от друга на 500 км нерестилищ, (рис. 3), позволяющим говорить о присутствии, как минимум, двух разных подвидов, которые, если судить по рисунку 4, хорошо различаются по углу наклона рыльной площадки [14].

Наличие разобщенности нерестилищ и морфометрические различия внешне позволяли бы убедительно говорить о двух подвидах, если бы не следующий факт падения и восстановления численности мигрантов на Верхних нерестилищах.

Здесь, согласно литературным источникам, наблюдается следующая динамика:

- П. Третьяков [22] приводит детальное описание хода КНП где, в качестве конечного пункта нерестовой анадромии, указывается Ворогово. Кроме того, у него есть замечание насчет более ранних сроков хода – в 1830-х гг, что позволяет говорить о сравнительно высоком обилии Озимой расы КНП, чем уже в 1860-х. Что несомненно связано с ростом антропогенного воздействия на популяцию. Эти сроки совпадают с образованием Енисейской губернии в 1829 году;

- А.И. Кытманов [13] через 35 лет писал «... гости на Ворогово (Озимая раса КНП) не каждый год в Бахте, и реальный промысел ниже Монастырской Тунгуски». К месту заметить, эти же сведения, но применительно к 1930-1940 гг., легко обнаружить у А.В. Подлесного [17];

- А.В. Подлесный [17] также через 35 лет пишет «В годы хорошего хода (1936 г.) муксун доходил единично до Сумароково. Когда выход небольшой (1940 г.) он вряд ли бывает дальше Костино (Верещагино)»;

- А.А. Лобовикова [14] – здесь уже период сокращается с 35 до 15 лет: «Если в 1936 г. муксун поднимался

В работе рассматривается описание эволюционных и экологических особенностей функционирования и генетической структуры классического многотычинкового полупроходного муксуна Енисея. В процессе моделирования динамики генетической и возрастной структур популяции показана возможность определять MSY на основе динамики появления особей подчиненной озимой расы на Верхних Нерестилищах.

до Ворогово, то сейчас единично только до Туруханска. В заливе КНП ниже Сопкарги не выходит. ... в настоящее время ростовые показатели муксуна улучшились, по-видимому из-за низкой численности»;

- М.А. Тюльпанов [23] через 5 лет, не наблюдая улучшения: «В настоящее время муксун выше Туруханска не поднимается»;

- А.А. Куклин [13]: «Ареал летнего нагула КНП в 1970-е годы расположен от Дудинки до Сопкарги. Что фактически определяет почти катастрофическое сокращение ареала в реке-заливе даже в сравнении с 1920-



Рисунок 1. Классические генотипы AA, Aa, aA и aa на примере цветов Касмеи

Figure 1. Classic genotypes AA, Aa, aA and aa with Kasmaea flowers as a case study



Рисунок 2. Декомпозиция внутривидовых популяционных континуумов муксуна рек Сибири

Figure 2. Decomposition of muktun intraspecific population continua of Siberian rivers

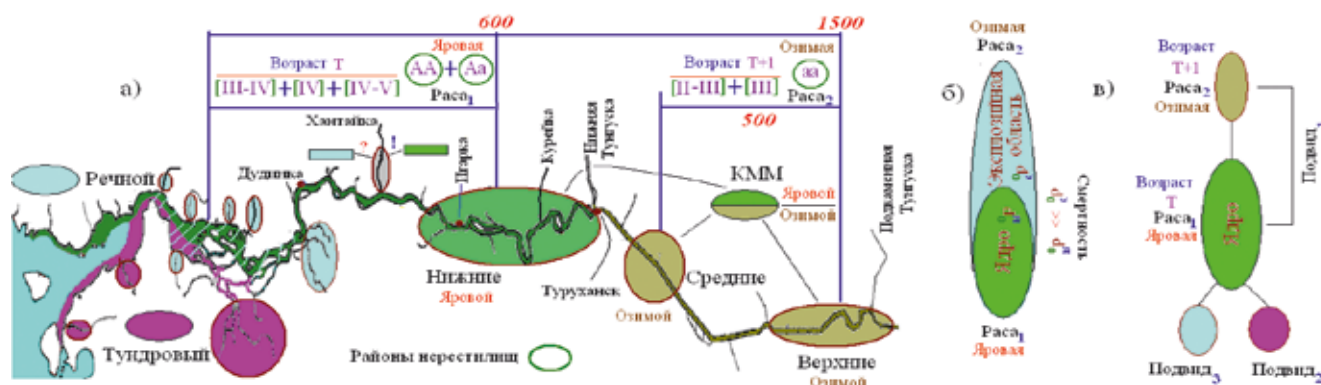


Рисунок 3. Локализация нерестилищ трех элементов континуума енисейского муксуна; протяженности нерестовой анадромии (км); соответствие генотипов: а – нерестилищам; б – степени зрелости гонад на старте нерестовой анадромии

Figure 3. Localization of spawning grounds for the three elements of the Yenisei muksun continuum; the length of the spawning anadromy (km); correspondence of genotypes: a - spawning grounds; b - the degree of maturity of the gonads at the start of spawning anadromia

1930 годами в 2,5 раза – с 1000 км до 400 км. Только в начале 1980-х годов началось улучшение состояния популяции – в Губе пойман муксун весом свыше 4 кг»;

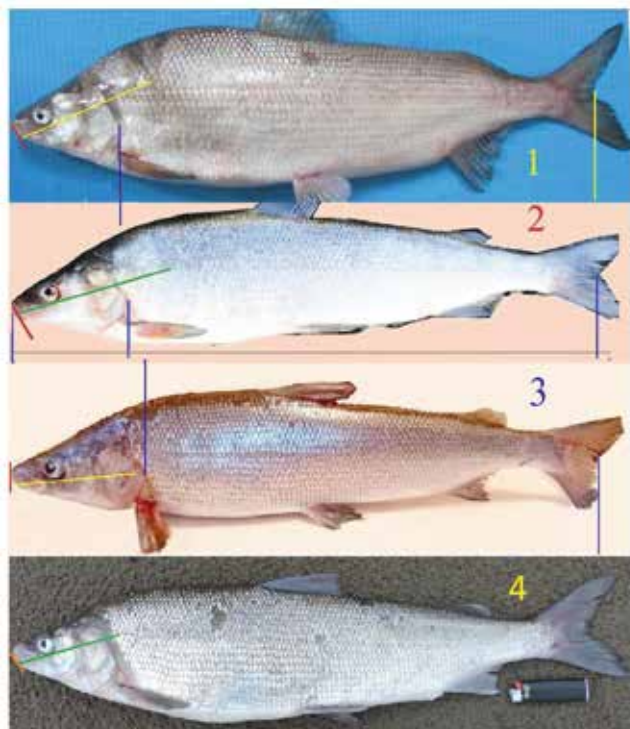


Рисунок 4. Многотычинковые муксуны: Обской тип морфометрии (верхние фото 1 и 2) – Обь – Томская популяция (фото 1 А.Г. Селюков) и енисейский Тундровый (фото 2 С.М. Чупров) и Таймырский (внизу фото 3 и 4) енисейский КНП доминантная раса (фото 3 Е.М. Зарицкая) енисейский КНП подчиненная раса (фото 4 В.А. Заделенов)

Figure 4. Multi-barbed muksuns: Ob type of morphometry (upper photos 1 and 2) - Ob - Tomsk population (photo 1 by A.G. Selyukov) and Yenisei Tundrovyy (photo 2 by S.M. Chuprov) and Taimyr (photo 3 and 4 below) Yenisei KNP dominant race (photo 3 E.M. Zaritskaya) Yenisei KNP subordinate race (photo 4 V.A.Zadelenov)

- В.А. Заделенов (экспедиционные наблюдения): «И только с введением в конце 1960-х годов охранительных мер к середине 1980-х годов особи озимой расы стали вновь ловиться на Сумароково. Причем, молодежь возраст ~ 20 лет не знала муксуна, а старики за 60 лет еще помнили». Что свидетельствует о 40-летнем перерыве.

- сведения В.А. Заделенова (предыдущий пункт) находят свое подтверждение в работе [20], посвященной исследованиям рас русского осетра на Волге – для восстановления расы из гетерозиготы достаточно 30-50 лет.

В качестве объяснений особенностей миграции КНП на нерестилища предлагались разные положения:

1. Хомминг/стреинг. Да, эти два явления неразрывно связаны, но просто трудно представить «случайное отклонение из-за стреинга в 600 км», на такое расстояние удалены друг от друга нерестилища Яровой и Озимой расы. Далее, такое обособление нерестилищ делает невозможным перекрестное скрещивание и образование гетерозигот;

2. Взаимосвязь анадромии со степенью зрелости гонад Н.Г. Некрашевич [15] замечает: «II – будут нерестовать на Ворогово; III – не выше Туруханска; IV – в непосредственной близости от Енисейской Губы».

Степень зрелости гонад напрямую связана с отношением биомассы муксуна к условно-постоянному запасу корма и можно построить зависимость [4].

Все это конечно имеет место и играет существенную роль в скорости созревания гонад и соматическом росте (см. ниже описание эндолимитирования), но это не главная причина. Реальная – кроется в особенностях геологической истории. Отправным пунктом здесь послужили исследования И.Ф. Вовка [2] по енисейской и обской нельме, где он строго указывает 180-ти дневную продолжительность ледостава в качестве оптимальной или, как минимум, субоптимальной для выклева личинок.

В этом плане, по его мнению, оптимальные условия находятся выше устья ПТ, а на Медвеженском многоостровьи – р-он Игарки – много худшая ситуа-

ция. Поэтому енисейская нельма вынуждена, для оптимального развития, подниматься выше Осиновских порогов (рис. 6).

Вышесказанное находит подтверждение в следующем: как показывает сравнение областей трансгрессий и подпорных озер на Оби, Енисее и Лене (рис. 6, 7), верхние границы, как подпорных озер, так и морских трансгрессий, не имеющих меж собой существенных различий, довольно близко находятся с районами Верхних Нерестилиц и лежат, если не в наиболее теплых регионах, то, по крайней мере, в их окрестностях.

Данное положение дел обеспечивало муксуну высокий генеративный потенциал популяции – близость ареалов нагула к нерестовым ареалам определяла высокую выживаемость от икры до годовика.

Однако наши исследования по енисейской нельме [3] показали различие нерестовых стад на Левинских Песках и на Сумароково.

Другими словами, это означает, что в процессе эволюции произошел процесс самоорганизации – у нельмы образовалось две расы: формы, морфы – полупроходная и жилая. Аналогичная ситуация наблюдается и для енисейского осетра А.В. Подлесный [18].

На протяжении геологической истории происходила последовательность следующих циклов [9]: «Ледник – Подпорный водоем – Трансгрессия – Суша – Ледник»

На стадии Подпорного водоема происходило взаимодействие стад, а на стадии Трансгрессии – их разобщение. В этом свете открывается значимость Путоранских озер – Норильские и Курейские – в эволюции континуума енисейского муксуна. Во время Каргинской трансгрессии, когда их уровень был ниже, они играли существенную роль в плане нерестовых площадей для полупроходной ихтиофауны Енисея. В Курейку и Хантайку еще в 30-х годах прошлого столетия заходили на нерест муксун и ряпушка карская и туруханская.

Вышеизложенное позволяет составить общую схему образования рас муксуна. Исходя из сопоставления границ подпорного водоема с границами Сартанского ледника, можно сделать вывод о существовании, как минимум, четырех регионов нерестилиц – Сосвинского, Норильско-Курейского, Тазовского и Томско-Камнеобского.

В соответствии с этим, на Енисее существуют не только 2 расы – озимая и яровая, но и 3 различных стада (подвида, различающихся по морфометрии [9]) многотычинковых муксунов, привязанных к разным нерестилищам:

- остаток Тазовского-Вороговско-Ярцевского – озимая раса
- пережившее Сартан, Норильско-Курейское – яровая

Причем эти события произошли в Сартанском подпоре. Из трех стад для Енисея важны два: Обь-Томь-Енисейское и Норильско-Курейское. Они распределены стрейнгом.

Когда началось таяние ледника, начался и спад уровня подпора и произошел раскол Обско-Енисейского стада на Обь-Томское стадо и Верхне-Енисейское, которое повторяет практически все особенности миграций Тазовского – ранний заход в Енисей, подъем до Ворогова.

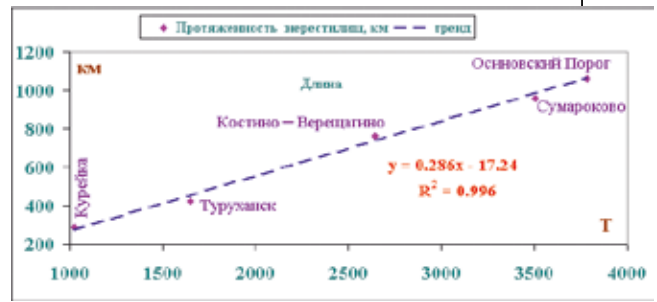


Рисунок 5. Зависимость протяженности нерестовой анадромии от биомассы популяции ЕМ (а) и степени зрелости гонад от протяженности нерестовой анадромии

Figure 5. Dependence of the length of spawning anadromia on the biomass of the Yenisei muksun population (a) and the gonads degree of maturity on the length of spawning anadromia

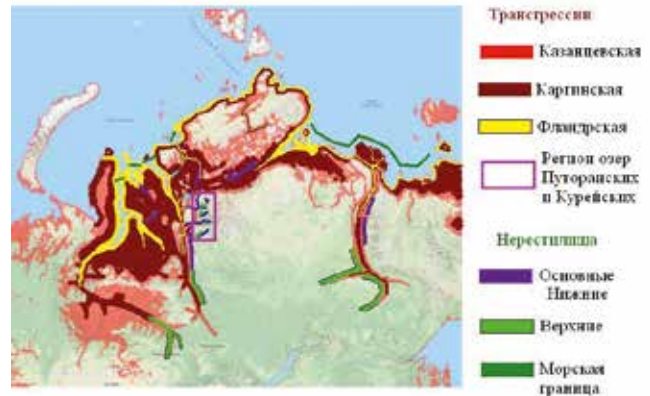


Рисунок 6. Корреляция границ морских трансгрессий и локализации нерестилиц популяционных континуумов муксуна [9]

Figure 6. Correlation of marine transgressions and locations of spawning grounds of muksun population continua [9]

С появлением русских на Енисее, возник пресс на это стадо, и оно уже «при крепостном праве» перешло нижнюю критическую численность N_{dcr} [1] (рис. 8). Баз – его дальнейшая динамика детально описана выше.

И вот здесь возникает основной вопрос – у какого из нынешних енисейских стад существуют расы?

В настоящее время, если исходить из следующих фактов:

1. Результаты исследований А.А. Лобовиковой [15], впервые на Енисее, выделенной эти стада и не обнаружившей представителей Верхне-Енисейского стада на нижних нерестилищах;
2. Опросов рыбаков – «... рубленных – рис 4. Фото 2 - мы не замечали в Верхнем Течении...»;
3. Исследований А.А. Кукулина [13] показывающих более высокую плодовитость производителей на верхних нерестилищах, чем нижних, которая более свойственна обскому муксуну;
4. Протяженности анадромии в ~ 1500 км, которая характерна также обскому муксуну нежели

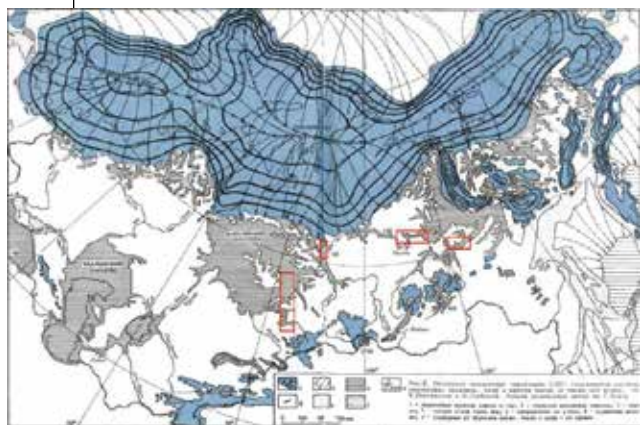


Рисунок 7. Положение ледников и подпорных водоемов во время максимального оледенения Сибири (Самаровское 250-200 тлн) [10] с дополнениями районов локализации Верхних Нерестилиц – красные прямоугольники

Figure 7. Position of glaciers and backwater bodies during the glaciation of Siberia (Samarovskoe 250-200 years ago) [10] with additions to the localization of the Upper Spawning grounds - red rectangles

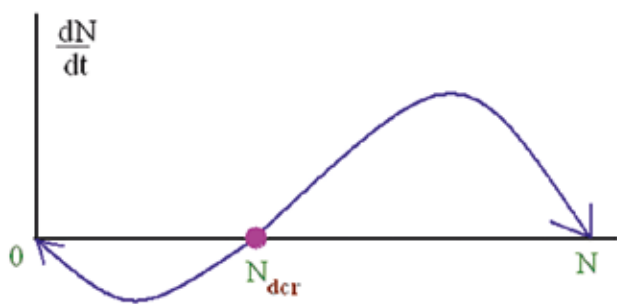


Рисунок 8. Зависимость скорости роста численности популяции от ее численности, при наличии феномена нижней критической численности [1]

Figure 8. Dependence between the population size growth rate and its size, in the presence of the phenomenon of the lower critical size [1]

таймырскому – муксун Пясины, Хатанги и др. рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, миграции которого не превышают 600 – 800 км и равны расстоянию от Енисейской Губы до нижних нерестилиц, где практически негде реализоваться нескольким расам то вполне можно прийти к довольно твердому мнению о том, что расы более свойственны Верхне-Енисейскому стаду, занимающему южные и западные части ареала, включая р. Танаму и другие на Гыданском п-ве – тундровый муксун [9, 15] – и имеющему более протяженную миграцию, в отличие от Норильского-Путоранского –речной [15] -, обитающему в северных и восточных частях ареала и мигрирующим в реки Хантайку и Курейку и мигрирующему на более короткие расстояния.

Выше рассмотренные факты являются как необходимым, так и достаточным основанием для применения теории генетики, именно – Первого закона Георга Менделя, о котором было сказано в разделе «Введение» и проиллюстрировано на примере аналогии с цветами Касмеи к исследованию расообразования, приводящего к более эффективному использованию акватории реки [8, 16, 20]. особенности определяются ходом геологической истории [10].

С позиций математической генетики, это соответствует динамике структуры двухаллельных популяций [3], но не одного локуса (гена), а одного кластера локусов (генов), ибо, как известно, что как за демографические, так и продукционные показатели отвечает далеко не один ген, а целый кластер генов.

Конкретным математическим аппаратом, в данном случае для описания менделеевских популяций в реальных экологических условиях, служащим развитием закономерностей Георга Менделя, является генетико-экологическая модель В.А. Костицына [26].

Итак, в соответствии с основными теоретическими положениями классической генетики, аналогом цветковых аллелей Касмеи, в отношении внутривидовой структуры КНП, служит отношение к теплу. Полная аналогия с растениями Длинного и Короткого Дня.

В качестве итога анализа ихтиологического базиса расообразования отметим, что расы классического многотычинкового муксуна Енисея (КНП) являются примером менделеевского расщепления КНП в моногибридном скрещивании, где в качестве дискриминантного признака вместо цветов Касмеи, красного, розового и белого, рассматривается озимая и яровая расы, дифференцируемые не по длине нерестовой анадромии, которую классические енисейские ихтиологи от В.Л. Исаченко [11] до А.А. Куклина [12] связывают со степенью зрелости гонад (рис. 5) и ставят в соответствие типам нерестилиц, а генетически закрепленное во врожденных инстинктах различие по тепловому фактору.

Здесь, несомненно, полностью следует отдавать себе отчет в том, что дифференциация на расы происходит не только по отношению к теплу или длине анадромии – сюда стоит отнести, как минимум, продукционные показатели. На большую анадромию нужно соответственно и больше энергии, что, даже в случае добавления одной, например, ростовой или весовой характеристики, уже приводит к более сложному дигибридному скрещиванию.

Перейдем к анализу модели В.А. Костицына. Пусть, согласно работе [21, стр. 101], N_1, N_2, N_3 – численности особей с генотипами AA, Aa и aa; $\bar{N} = N_1 + N_2 + N_3$ – общая численность.

Тогда динамика N_1, N_2, N_3 описывается следующей системой дифференциальных уравнений (1) (заимствованно из [21]), впервые построенной в 1937 г. В.А. Костицыным [26]

$$\begin{aligned} \frac{dN_1}{dt} &= \frac{\varphi}{\bar{N}} \left(N_1 + \frac{N_2}{2} \right)^2 - m_1 N_1 - \mu N_1 N \\ \frac{dN_2}{dt} &= \frac{2\varphi}{\bar{N}} \left(N_1 + \frac{N_2}{2} \right) \left(\frac{N_2}{2} + N_3 \right) - m_2 N_2 - \mu N_2 N \\ \frac{dN_3}{dt} &= \frac{\varphi}{\bar{N}} \left(\frac{N_2}{2} + N_3 \right)^2 - m_3 N_3 - \mu N_3 N \end{aligned} \quad (1)$$

где ϕ , m_i , μ – коэффициенты «рождаемости» или «функции приспособленности», смертность i -го генотипа и эндолимитирования.

В основу построения (1) положены: Первый закон Г. Менделя и методологии для описания: а) уравнения Ферхюльста-Перла общих закономерностей динамики генотипа и б) методология системы Лотки-Вольтера эндолимитирования и конкуренции генотипов. Действительно, первые члены в уравнениях образуются на основе баланса аллелей (табл. 1).

	$N_1 = AA$	$N_2 = Aa$	$N_3 = aa$		A	a
A	1	1/2	0	A	AA	aA
a	0	1/2	1	a	Aa	aa
Σ	1	1	1			

Таблица 1. Баланс аллелей

Table 2. Allele balance

На основе матрицы баланса аллелей получаем выражения для соответствующих гамет (2)

$$\begin{aligned}
 A &= N_1 + \frac{1}{2} N_2 + 0 N_3, \\
 a &= 0 N_1 + \frac{1}{2} N_2 + N_3, \\
 AA &= (N_1 + \frac{1}{2} N_2)^2, \\
 Aa + aA &= (N_1 + \frac{1}{2} N_2) (\frac{1}{2} N_2 + N_3) + (\frac{1}{2} N_2 + N_3) (N_1 + \frac{1}{2} N_2) = \\
 &= N_1 N_2 + 2 N_1 N_3 + \frac{1}{2} N_2 N_2 = 2(N_1 + \frac{1}{2} N_2) (\frac{1}{2} N_2 + N_3), \\
 aa &= (\frac{1}{2} N_2 + N_3)^2,
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Величины «коэффициента рождаемости» или «функций приспособленности» ϕ , несмотря на их крайнюю неопределенность в генетике [22, стр. 96], с демографических позиций представляют собой сумму «чистой скорости роста популяции» r [20], определяемой на основе возрастных распределений половозрелости самок, доли самок в возрастном классе, плодовитости и смертности и общей смертности популяции m .

Действительно, на рисунке 9 представлена последовательность стадий цикла гаметогенеза. Условно принимая константность условий и, тем самым, соотношения стадий, можно измерить эффективность скорости роста объемов гаметогенеза с помощью показателя λ , для определения которого в демографии существуют строгие алгоритмы [20].

Далее, если формально раскрыть первый член в уравнении (1.2), то получится выражение $2\phi(N_1 + \frac{1}{2} N_2) (\frac{1}{2} N_2 + N_3) = \phi N_1 N_2 + 2\phi N_1 N_3 + \phi/2 N_2 N_2 + \phi N_2 N_3$

Однако, при строгом подходе, оно должно выглядеть следующим образом:

$$\phi_{12} N_1 N_2 + 2\phi_{13} N_1 N_3 + \phi/2 N_2 N_2 + \phi_{23} N_2 N_3,$$

где каждый из ϕ_{12} , ϕ_{13} , ϕ_{22} , ϕ_{23} в общем случае уже не равен ϕ , но и вообще может быть равен нулю.

Это является краеугольным камнем при диагностике взаимодействия двух подвидов, имеющих разные нерестилища. Здесь в массе отсутствует физическая возможность участия особей разных подвидов в нересте на одном нерестилище.

Например, если это будут $N_1 N_3$, то в этом случае $\phi_{13} = 0$. Что наблюдалось бы в период Каргинской трансгрессии и некоторое время Сартанского Под-

порного озера с Тазовско-Енисейским и Норильско-Курейским стадами.

В связи с этим, в системе (1) в первом, «рабочем» приближении, в качестве m_i должны использоваться только промысловые смертности, ибо естественные уже вошли в r .

Совокупный коэффициент межгенотипной конкуренции и эндолимитирующая, определяемый через произведение общей численности и численности определенного генотипа, учтем посредством влияния уровня корма на величину r через зависимость плодовитости (пропорциональной рациону особи C) от уровня корма B (3), представляющую собой третий тип функциональной реакции [24] (рис. 11). Конкретная динамика уровня корма B пропорциональна динамике площади ареала (рис. 10).

$$C(B) = C_b^m X^n / (X^n + a^n), X = B / (N_1 + N_2 + N_3) = B/N, \tag{3}$$

На основе (3) представим зависимость плодовитости i -го генотипа P_i в виде (4) от общей численности N (ареалы нагула и спектры питания, как фенотипов, так и генотипов, эквивалентны).

$$P_i(B/N) = P^m B^n / (B^n + (a_i N)^n) = P^m / (1 + (a_i N/B)^n), n \geq 2 \tag{4}$$

От уровня кормообеспеченности несомненно изменится доля половозрелых – возрастное распреде-

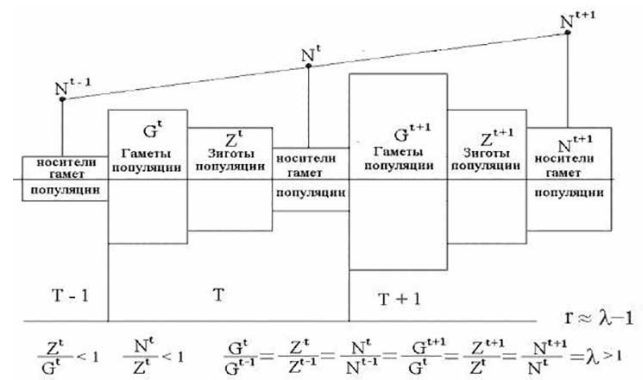


Рисунок 9. Схема гаметогенеза

Figure 9. Scheme of gametogenesis

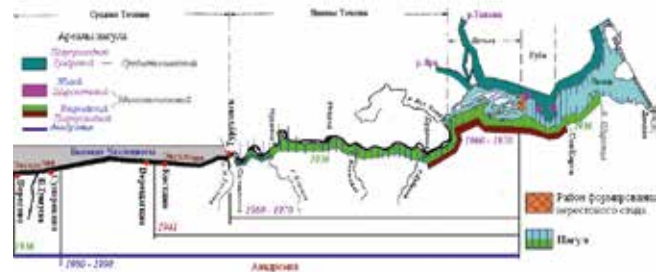


Рисунок 10. Динамика структуры ареала и протяженностей анадромии КНП и ареалов тундрового и широкопоясного муксунов; Обозначения: годы показывают динамику ареала

Figure 10. Dynamics of the structure of the area and the length of the KNP anadromia and areas of tundra and broad-bodied muksunov; Legend: years show habitat dynamics

ние сдвинется в сторону больших возрастов, как минимум, на год.

Прежде чем переходить к дальнейшему анализу принципов модификации, сделаем привязку указанных выше генотипов к элементам внутривидовой структуры КНП – генотипы AA и Aa поставим в соответствие доминирующей яровой расе КНП, нерестовая анадромия на Нижних Нерестилищах, а генотип aa – подчиненной озимой (рис. 3), ибо она, как уже сказано выше, появляется на Верхних Нерестилищах только при достаточно высокой общей численности [17; 14; 23].

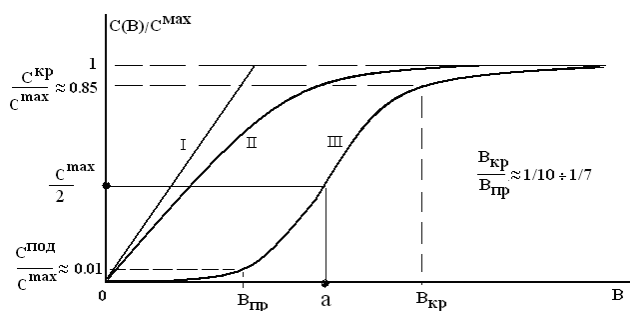


Рисунок 11. Типы функциональной реакции Холлинга [25]

Figure 11. Types of functional Holling reaction [25]

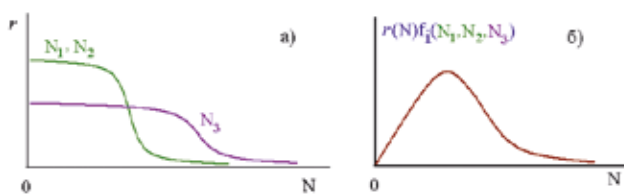


Рисунок 12. Зависимости $r_i(N)$ и «родитель – потомок» от N

Figure 12. Dependencies $r_i(N)$ and "parent-child" on N

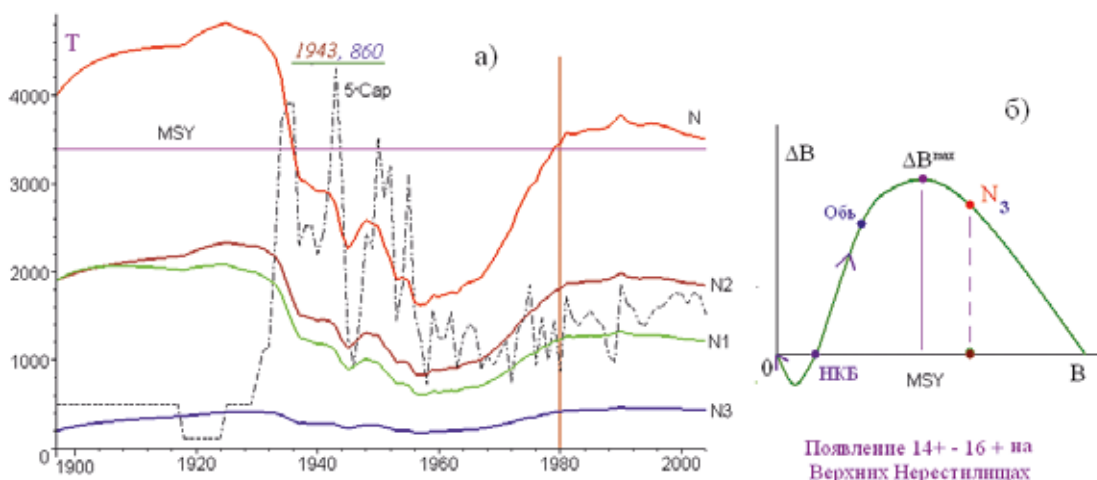


Рисунок 13. Динамика генотипов и пятикратного вылова (5Сар), т; 1943 г. реальный вылов – 860 т (масштаб) N_1, N_2, N_3 Capture+MSY1

Figure 13. Dynamics of genotypes and fivefold catch (5Сар), t; 1943 real catch - 860 t (scale) N_1, N_2, N_3 Capture + MSY1

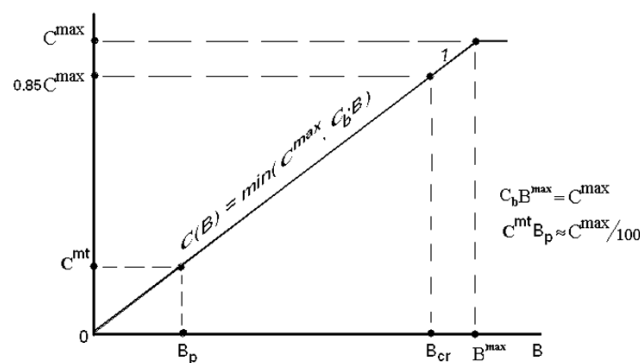


Рисунок 14. Иллюстрация к определению B^{\max}

Figure 14. Illustration for determining B^{\max}

Даже при самом простом линейном декременте повышение смертности «икра – 0+» произойдет в 2,5 раза. Но, поскольку 0+ с Верхних Нерестилищ подойдет к Нижним уже весьма потрепанным и дальше также будет подвергаться воздействию бурного потока, то здесь уже наблюдается кумулятивный эффект, выражающийся в экспоненциальном декременте, величина которого, по самым осторожным оценкам, увеличит отношения протяженностей катадромии с 2,5 до 3-4.

Тогда величина r , которая для КНП равна 0,1785 [7] уменьшится в середине интервала 3-4, т.е. 3,5 раза, в соответствии с принципом «недостаточного основания» Лапласа.

Однако, если учитывать Средние Нерестилища, то декремент r следует принять равным нижней границе изменения – 3 и тогда величина $r = 0,1093$.

Итак, детерминировав смысл параметров в системе (1) проанализируем ее общий фрейм.

Положим в (1) $m_i = \text{const}$ и просуммируем правые и левые части уравнений. В результате получим классическое уравнение Ферхюльста-Перла для общей численности N (5)

$$dN/dt = (\varphi - m)N - \mu N^2 = (b - \mu N)N, b = \varphi - m \quad (5),$$

правая часть которого качественно подобна классической зависимости Риккера «потомок – родитель».

Основная ценность системы В.А. состоит в том, что она не только отражает основные экологические закономерности, но и, главное, позволяет воспроизвести динамику переходов между генотипами при учете конкретных экологических и промысловых условий.

Здесь уже классические закономерности Первого закона Г. Менделя – « $1/4-1/2-1/4$ » для гороха различных цветов могут измениться радикальным образом. И, например, в неких специфических агротехнических условиях – влажность почвы, густота посадки и т.д. – подчиненный зеленый сорт гороха взял верх над доминантным желтым.

Вернемся к особенностям модификации системы В.А., принятой в настоящем исследовании.

В правой части системы (1) остаются всего два члена, первый из которых ответственен за описание динамики переходов между генотипами с учетом эндолимитирования по корму, и второй – отражает влияние промысловой смертности на каждый генотип. Характер эндолимитирования по корму для каждого генотипа, выражаемый через падение g_i , которая пропорциональна плодовитости i -го генотипа P_i (4), показан на рисунке 12а, где различие в величинах N , при которых происходит снижение g генотипов N_1 и N_2 (приняты в соответствии с Первым законом Менделя тождественными) и N_3 , обусловлено следующим: при низкой кормобеспеченности происходит замедление как общего прироста, так и снижение скорости созревания гонад. У N_3 она на старте нерестовой миграции меньше, чем у N_1 и N_2 – II-III и III против III-IV, IV и IV –V (рис. 2).

Качественный вид первых членов модифицированной системы В.А. при функциях f_i

$$\begin{aligned} f_1 &= r_1(N)/N(N_1 + \frac{1}{2}N_2)^2, \\ f_2 &= 2r_2(N)/N(N_1 + \frac{1}{2}N_2)(\frac{1}{2}N_2 + N_3), \\ f_3 &= r_3(N)/N(\frac{1}{2}N_2 + N_3)^2, N = N_1 + N_2 + N_3 \\ r_i(N) &= r_i m / (1 + (a_i/BN)^n), a_1 \approx a_2 > a_3 \approx \frac{1}{2}a_2. \end{aligned} \quad (6)$$

показан на рисунке 12б. Как легко видеть, он тождественен качественному виду классической зависимости Риккера «потомок – родитель».

Тогда, на основании вышеизложенного, с учетом (6) система (1) предстанет в следующем виде (7)

$$\begin{aligned} dN_1/dt &= r_1(N)/N(N_1 + \frac{1}{2}N_2)^2 - m_1 N_1 \\ dN_2/dt &= 2r_2(N)/N(N_1 + \frac{1}{2}N_2)(\frac{1}{2}N_2 + N_3) - m_2 N_2 \\ dN_3/dt &= r_3(N)/N(\frac{1}{2}N_2 + N_3)^2 - m_3 N_3 \\ m_1 \text{ и } m_2 &> m_3 \end{aligned} \quad (7)$$

Получив систему уравнений, описывающую динамику переходов генотипов, в зависимости от эколого-промысловых условий, приведем результаты моделирования динамики генотипов (рис. 14) при реальных объемах промысла на основе трофодемографических параметров и промстатистики [7]. Здесь результаты моделирования сами говорят за себя:

- «В 1960-е годы положение популяции было наихудшим» [23];

- «В середине 1980-х годов на Верхних Нерестилищах уже ловился КНП; в середине 1970-х годов его еще там не было» (В.А. Заделенов, личное сообщение).

Из рисунка 3 отчетливо видно, что при биомассе популяции, соответствующей MSY (оптимальный уро-

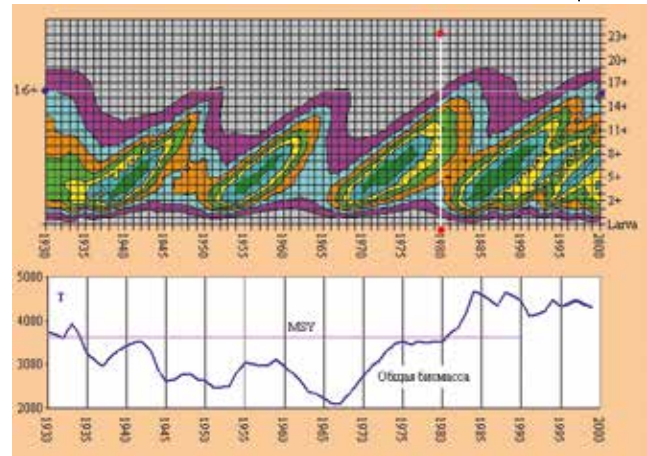


Рисунок 15. Динамика возрастной структуры, общей биомассы КНП

Figure 15. Dynamics of age structure, total KNP biomass

вень промысла), КНП равной ~ 3400-3600 т N_3 , особи 14+ - 16+ появляются на Верхних Нерестилищах. Это, как легко заметить, происходит только тогда, когда общая биомасса $N \geq \sim 1.1$ MSY – точка N_3 (рис. 13б).

Расчет MSY, как это легко видеть из рисунка 3 и его частного случая – функциональной реакции № 1 (рис. 14) – происходит с помощью следующего выражения (8)

$$MSY = V^{max} = C^{max}/C^b, \quad (8)$$

где C^b – удельный рацион. Действительно, при C^{max} все процессы, включая продуцирование биомассы, идут с максимальной скоростью.

Однако необходимо иметь алгоритм для определения самого C^{max} . В качестве феноменологического базиса алгоритма используется очевидное положение – максимальный популяционный рацион C^{max} равен тому минимальному количеству корма, при котором популяция «держит вылов» [7].

Другими словами, MSY – это показатель не столько самой популяции, сколько системы «популяция – вылов», что не учитывается в подавляющем большинстве коммерческих программных пакетов по расчету MSY, которые дают заниженные значения MSY, привлекательные в случае угнетенного состояния популяции, исходя только из физиологических параметров.

Моделирование динамики возрастной структуры КНП, на основе уравнения Мак-Кендрика фон Ферстера [8] (рис. 15), уверенно подтверждает выводы, полученные на основе (7). Линия «16+» – верхняя граница ядра возрастного распределения производителей на Верхних Нерестилищах при модальном 13+ - 15+ [12] ярко говорит об этом.

Другими словами, появление генотипа N_3 – особой озимой расы – на Верхних Нерестилищах является индикатором достижения КНП уровня MSY, который, как показывает введенный запрет, надо существенно превышать, ввиду высокого потребительского лова.

Что является важным показателем для прогнозных целей, позволяющим однозначно судить о восстановлении состояния популяции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрим эколого-генетическую роль рас КНП. Здесь, на основании выше изложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Яровая, доминирующая раса получает свой статус, ввиду экономии энергии, на нерестовую анадромию и она явно доминирует в период низкой общей численности КНП;

2. Озимая раса с экологических позиций представляет собой «носитель эксплозии» и достигает скольконибудь значимых уровней только в годы высоких численностей [17], повышение ее численности приводит к отрицательным эффектам – высокой трате энергии на анадромию и повышению смертности возрастного класса 0+. Ее жизненная ниша обусловлена следующими феноменами – более высокой константой полунасыщения (рис. 12а) и более низкой промысловой смертностью в сравнении с яровой

3. К положительному вкладу озимой расы следует отнести разве что значительное увеличение площади нерестилищ, которое, при изменении экологических условий, обеспечивает дополнительную стабильность популяции [7].

Автор работы считает своим приятным долгом выразить благодарность Ю.М. Файзову и И.М. Демчину за помощь в организации сбора полевых данных.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. -М.: Наука, 1985. -180 с
1. Bazykin A.D. Matematicheskaya biofizika vzaimodejstvuyushchih populyacij. -M.: Nauka, 1985. -180 p
2. Вовк Ф.И. Нельма *Stenodus leucichthys nelma* Pallas p. Оби // Тр. ВНИИОРХ, 1948а. т. 7. в. 2. С 3-80
2. Vovk F.I. Nel'ma *Stenodus leucichthys nelma* Pallas r. Obi // Tr. VNIIOORH, 1948а. V. 7. Issue 2. Pp 3-80
3. Динамическая теория биологических популяций / Под ред. Р.А. Полуэктов-ва. – М.: Наука, 1974. – 456 с
3. Dinamicheskaya teoriya biologicheskikh populyacij / Pod red. R.A. Poluektova. – M.: Nauka, 1974. – 456 p
4. Гайденок Н. Д., Клементенко П.М., Чмаркова Г.М. Экология и промысел енисейского муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) // Рыбное хозяйство 2011. № 2. С 46-50.
4. Gajdenok N. D., Klementenok P.M., Chmarkova G.M. Ekologiya i promysel enisejskogo moksuna *Coregonus muksun* (Pallas) // Rybnoe hozyajstvo 2011. № 2. Pp 46-50.
5. Гайденок Н. Д., Исаева О.М., Чмаркова Г.М. Структура популяционного континуума нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Geldenstadt, 1772) Енисея // Рыбное хозяйство 2011б. № 1. С 65-69.
5. Gajdenok N. D., Isaeva O.M., Chmarkova G.M. Struktura populyacionnogo kontinuumа nelmы *Stenodus leucichthys nelma* (Geldenstadt, 1772) Eniseya // Rybnoe hozyajstvo 2011b. № 1. Pp 65-69.
6. Гайденок Н.Д. К вопросу о структуре субпопуляционного континуума енисейского муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) // Рыбное хозяйство 2013. № 4. С 56-60
6. Gajdenok N.D. K voprosu o strukture subpopulyacionnogo kontinuumа enisejskogo moksuna *Coregonus muksun* (Pallas) // Rybnoe hozyajstvo 2013. № 4. Pp 56-60
7. Гайденок Н.Д., Клементенко П.М., Куклин А.А. Енисейский муксун – эндолитирующее и расы, формы, субпопуляции, популяции, континуум // Рыбное хозяйство 2014а. № 1. С 70-76.
7. Gajdenok N.D., Klementenok P.M., Kuklin A.A. Enisejskij moksun – endolimitirovanie i rasы, formy, subpopulyacii, populyacii, kontinuum // Rybnoe hozyajstvo 2014а. № 1. Pp 70-76.
8. Гайденок Н.Д., Баранов А.Н., Чмаркова Г.М. Моделирование, экология и промысел ихтиофауны Енисея и Оби и морских млекопитающих Карского моря. – Красноярск, СибГАУ. 2014м. 452 с
8. Gajdenok N.D., Baranov A.N., Chmarkova G.M. Modelirovanie, ekologiya i promysel ihtiofauny Eniseya i Obi i morskikh mlekopitayushchih Karskogo morya. – Krasnoyarsk, SibGAU. 2014. 452 p
9. Гайденок Н.Д. Структура континуума муксуна рек Сибири // Рыбное хозяйство 2020а. № 2. С 51-60

9. Gajdenok N.D. Struktura kontinuumov moksuna rek Sibiri // Rybnoe hozyajstvo 2020а. № 2. Pp 51-60
10. Гайденок Н.Д. Особенности геологической эволюции полупроходной ихтиофауны сибирских рек // Рыбное хозяйство 2020б. № 4. С 16-25
10. Gajdenok N.D. Osobennosti geologicheskoy evolyucii poluprohodnoj ihtiofauny sibirskih rek // Rybnoe hozyajstvo 2020. № 4. Pp 16-25
11. Гросвальд М.Г. Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания // Материалы гляциологических исследований. – М.: «Наука». 2009. Вып. 106. 152 с.
11. Grosval'd M.G. Oledenie Russkogo Severa i Severo-Vostoka v epohu poslednego velikogo poholodaniya // Materialy glyaciologicheskikh issledovanij. – M.: «Nauka». 2009. Vyp. 106. 152 p.
12. Исаченко В.Л. Рыбы Туруханского края, встречающиеся в реке Енисее и Енисейском заливе // Материалы по исследованию Енисея в рыбопромысловом отношении. – Красноярск: 1912. вып. 6. 112 с
12. Isachenko V.L. Ryby Turuhanskogo kraya, vstrechayushchiesya v reke Enisee i Enisejskom zalive // Materialy po issledovaniyu Eniseya v rybopromyslovom otnoshenii. – Krasnoyarsk: 1912. Issue 6. 112 p
13. Куклин А. А. Биологическая характеристика муксуна р. Енисей и перспективы его рыбохозяйственного использования: Дисс. ... канд. биол. наук. Л., 1982. 158 с.
13. Kuklin A. A. Biologicheskaya harakteristika moksuna r. Enisej i perspektivy ego rybohozyajstvennogo ispol'zovaniya: Diss. ... kand. biol. nauk. L., 1982. 158 p.
14. Кытманов А.И. О рыболовстве по р. Енисею от Енисейска до Гольчихи [Электронный ресурс] / [А.И. Кытманов], 1898 эл.копия печатного документа
14. Kytmanov A.I. O rybolovstve po r. Eniseyu ot Enisejska do Gol'chihy [Elektronnyj resurs] / [A.I. Kytmanov], 1898 electronic copy
15. Лобовикова А.А. Биологические группы муксуна в системе Енисея // Мат. сов. По биол. продуктивности Сибири. Иркутск, 1966, с. 49-50
15. Lobovikova A.A. Biologicheskie grupy moksuna v sisteme Eniseya // Mat. sov. Po biol. produktivnosti Sibiri. Irkutsk, 1966, Pp. 49-50
16. Некрашевич Н.Г. К познанию муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) р. Енисея // Тр. Биол. Инст. ТГУ. Томск, 1940. Т. 7. С. 178-197.
16. Nekrashevich N.G. K poznaniyu moksuna *Coregonus muksun* (Pallas) r. Eniseya // Tr. Biol. Inst. TGU. Tomsk, 1940. V. 7. Pp. 178-197.
17. Остроумов Н.А. Рыбы и рыбный промысел р. Пясины. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1937. Вып. 30. 115 с
17. Ostroumov N.A. Ryby i rybnij promysel r. Pyasiny. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 1937. Vyp. 30. 115 p
18. Подлесный А.В. Муксун *Coregonus muksun* (Pallas). Промысловое - биологический очерк // Тр. Сиб. Отд.ВНИИОРХ. 1948. т. 7. С. 112-146
18. Podlesnyj A.V. Moksun *Coregonus muksun* (Pallas). Promyslovo - biologicheskij ocherk // Tr. Sib. Otd.VNIIOORH. 1948. T. 7. Pp. 112-146
19. Подлесный А.В. Осетр (*Acipenser baeri stenorrhynchus* а. Nikolski) р. Енисея // Вопр. Ихт. 1955. вып. 4. С. 21-40.
19. Podlesnyj A.V. Osetr (*Acipenser baeri stenorrhynchus* a. Nikolski) r. Eniseya // Vopr. Iht. 1955. Issue 4. Pp. 21-40.
20. Подушка С.Б., Климов В.И., Карпушин С.В. Сверхозимые – новая нерестовая биологическая группа русского осетра реки Волги // Науч.-тех. бюл. лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2003. № 6. С.13-18
20. Podushka S.B., Klimov V.I., Karpushin S.V. Sverhozimye – novaya nerestovaya biologicheskaya grupa russkogo osetra reki Volgi // Nauch. -tekh. byul. laboratorii ihtologii INENKO. 2003. № 6. Pp. 13-18
21. Риклевс Р. Основы экологии. М., 1979. 424 с
21. Riklevs R. Osnovy ekologii. M., 1979. 424 p
22. Свиричев Ю.М., Пасеков В.П. Основы математической генетики. – М.: Наука. 1982. 512 с.
22. Svirizhev YU.M., Pasekov V.P. Osnovy matematicheskoy genetiki. – M.: Nauka. 1982. 512 s.
23. Третьяков П. Туруханский край // Записки Императорского русского общества. С-Петербург, 1869. 320 с.
23. Tretyakov P. Turuhanskij kraj // Zapiski Imperatorskogo russkogo obshchestva. S-Peterburg", 1869. 320 p.
24. Тюльпанов М.А. Анализ состояния запасов и реорганизация промысла ценных рыб в низовьях Енисея // Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. – Тюмень, 1971, С. 102-12
24. Tyulpanov M.A. Analiz sostoyaniya zapasov i reorganizaciya promysla cennyh ryb v nizovyah Eniseya // Problemy rybnogo hozyajstva vodoevov Sibiri. –Tyumen', 1971, Pp. 102-12
25. Holling C.S. The Functional Response of Invertebrate Predators to Prey Density // Mem. Entomol. Soc. Can.-1966. N. 48. P. 43-66.
25. Holling C.S. The Functional Response of Invertebrate Predators to Prey Density // Mem. Entomol. Soc. Can.-1966. N. 48. Pp. 43-66.
26. Kostitzin V.A. Biologie mathématique. – Paris: A.Colin, 1937, p. 2204 - 2215
26. Kostitzin V.A. Biologie mathématique. – Paris: A.Colin, 1937, Pp. 2204 - 2215

Утилизация растворенного органического вещества микроорганизмами: формирование качества воды в высокотрофном пруду

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-25-29

Д-р биол. наук, профессор
А.П. Садчиков –
 Международный
 биотехнологический центр
 Московского государственного
 университета имени
 М.В. Ломоносова
 д-р биол. наук
С.А. Остроумов –
 ведущий научный сотрудник
 лаборатории физико-химии
 биомембран, Московский
 государственный университет
 имени М.В. Ломоносова

@ ar55@yandex.ru

Ключевые слова:
 планктон, водоросли,
 бактерии, гидролизат
 белка, растворенное
 органическое вещество,
 гетеротрофная активность,
 деструкционные
 процессы, минерализация
 органического вещества

Keywords:
 plankton, algae, bacteria,
 protein hydrolyzate, dissolved
 organic matter, heterotrophic
 activity, destruction processes,
 mineralization of organic
 matter

USE OF DISSOLVED ORGANIC MATTER BY MICROORGANISMS: FORMATION OF WATER QUALITY IN A POND OF A HIGH TROPHIC LEVEL

Sadchikov A.P., Doctor of Sciences, Professor – International Biotechnology Center of MSU
Ostroumov S.A., Doctor of Sciences – Moscow State University, ar55@yandex.ru

The role of algae and bacteria in the consumption and mineralization of dissolved organic matter (DOM) in a highly trophic aquatic ecosystem was studied. The phytoplankton and bacterioplankton community consumed 60% of added DOM in August and 56% of DOM in September. Of the uptaken DOM, a significant amount of organic carbon was mineralized. In August 42.7% and in September 29% of organic carbon (of the consumed organic matter) were used for respiration.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение процессов, важных для качества воды, имеет большое значение для рыбного хозяйства, поскольку рыбопродуктивность водоемов в большей мере зависит от чистоты воды. Многие из водоемов, в которых выращивается рыба, характеризуются высокой степенью трофности, поэтому изучение формирования качества воды в высокотрофных экосистемах представляет повышенный интерес.

Потребление органического вещества микроорганизмами является важной частью функциональной активности водных сообществ, которое

способствует повышению качества воды [1; 2; 3; 4; 5; 6]. По мере повышения трофности водоемов, количество гидробионтов в них повышается. Соответственно, возрастает интенсивность потребления и минерализации органического вещества. В конечном счете это положительно сказывается на качестве воды.

Известно, что мелкие по размеру водоросли обладают более высокой физиологической активностью, чем крупные [2]. В связи с этим, их фотосинтетическая активность и скорость потребления органического вещества, а, соответственно, и его транс-

формация разными размерными группами фитопланктона сильно различается [2; 7]. Интенсивность деструкционных процессов бактерий зависит не только от их численности, но и присутствия в толще воды взвешенных частиц, в первую очередь – детрита. Наличие в воде детрита и иной взвеси резко ускоряет скорость разрушения органического вещества [8; 9; 10]. Данная проблема является актуальной, так как раскрывает разные стороны экологической роли водорослей и бактерий в природе. Однако таких исследований в природных водоемах явно недостаточно, поэтому цель нашей работы состояла в установлении роли микробиоты (водорослей и бактерий) в потреблении органического вещества в высокотрофном водоеме, в котором присутствовали большое количество мелких размерных групп водорослей, бактерий и детрита.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперименты проводили в небольшом высокотрофном пруду, расположенном вблизи д. Блазново Можайского района (Московская область). Пруд располагается недалеко от животноводческой фермы, куда периодически поступали ее стоки. Из-за этого в нем наблюдалась высокая численность бактерий и небольших по размеру зеленых водорослей.

С периодичностью три раза в месяц определяли потребление низкомолекулярных органических веществ (гидролизата белка) сообществом фито- и бактериопланктона. Пробы воды отбирали в поверхностном слое водоема (на глубине около 0,25 м), разливали в темные склянки (в 6 повторностях – для повышения статистической значимости результатов), добавляли ^{14}C -гидролизат белка фирмы Amersham (США) из расчета, чтобы в склянке количество белка было около 30 мкг С/л (рассчитывали исходя из его концентрации, указанной в техническом паспорте препарата). Сосуды экспонировали на глубине отбора проб в течение 8 часов.

После экспозиции из склянок отделяли водоросли и бактерии (фильтровали через сита разного размера и мембранные фильтры) [11; 12; 13; 14; 15]. Из освобожденного от водорослей фильтрата отфильтровывали бактерий (в 6 повторностях) через фильтры с порами 0,2 мкм. В дальнейшем полученный фильтрат подкисляли до величины рН3 и продували воздухом в течение 30 мин для удаления, выделенного при дыхании микроорганизмов $^{14}\text{CO}_2$, и измеряли его радиоактивность [1; 12; 13; 14; 15]. Интенсивность барботации пробы составляла 100-150 мл/мин. Также измеряли радиоактивность фильтрата до его подкисления и барботации. Подсчет радиоактивности образцов проводили на сцинтилляционном счетчике «Rackbeta 1217» (фирма LKB).

Интенсивность дыхания (деструкции) планктонного сообщества находили по разнице

Установлена роль водорослей и бактерий в потреблении и минерализации растворенного органического вещества (РОВ) в высокотрофном водоеме. Сообщество фито- и бактериопланктона потребляет в августе 60%, в сентябре – 56% растворенного органического вещества (РОВ). Из поглощенного РОВ значительная часть была минерализована. На дыхание было использовано 42,7% в августе и 29% в сентябре (от потребленного органического вещества).

между количеством внесенного в экспериментальные сосуды меченого РОВ, потребленного фито- и бактериопланктоном и оставшегося в фильтрате после барботации [16].

Для дальнейших расчетов использовали среднее значение радиоактивности шести фильтров фракции водорослей и бактерий (для повышения статистической значимости результатов). Потребление меченого РОВ водорослями и бактериями пересчитывали на один час.

В экспериментах, в качестве аналога легкоусвояемого РОВ, использовали меченый по ^{14}C -гидролизат белка, содержащий набор аминокислот. Его концентрация составляла доли процента той, которая обычно наблюдается в водоемах [17; 18], поэтому по интенсивности включения в клетки микроорганизмов меченого РОВ можно с небольшими допущениями судить о процессах, протекающих в водоемах.

Необходимо отметить особенности употребления некоторых терминов в данной статье. Работа велась с различными размерными фракциями планктона.

Процесс фильтрации осуществлялся следующим образом. Вначале сообщество планктона фильтровали через мельничное сито размером 20 мкм. Далее работали с фракцией, прошедшей через это сито. Затем от этой фракции отделяли более мелкие размерные фракции, согласно методике [13; 14; 15]. При дальнейшей работе вначале фракцию фильтровали через фильтр с порами 4 мкм. То, что прошло через этот фильтр, далее фильтровали через другой фильтр с порами 0,2 мкм. Та фракция, которая прошла через фильтр с порами 4 мкм, но не прошла через поры 0,2 мкм, рассматривалась как бактериопланктон-содержащая фракция. Для краткости в данной статье бактериопланктон-содержащая фракция именуется «бактериопланктон».

Что касается другой фракции, которая прошла через сито 20 мкм, но задержалась фильтром с порами 4 мкм, то она рассматривалась как фитопланктон-содержащая фракция. Для краткости фитопланктон-содержащая фракция именуется в данной статье как «фитопланктон».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Высокотрофный пруд находится недалеко от животноводческой фермы. Его глубина была

Таблица 1. Потребление меченого по ^{14}C органического вещества фито- и бактериопланктоном в высокотрофном пруду (в процентах от внесенного в экспериментальные сосуды). В каждом эксперименте измерения делали в шести повторностях. В таблице приведены цифры, усредненные по всем повторностям / **Table 1.** Consumption of labeled C^{14} organic matter by phyto- and bacterioplankton in high trophic pond (in percent, averaged). Each value was measured sixfold.

Месяцы	Диапазон измеренных значений (по трем экспериментам в разные дни)	Среднее по трем экспериментам в разные дни
Август	36,2 - 75,5	60,0
Сентябрь	52,1 - 60,2	56,2

1,5-2 м, прозрачность в течение сезона была в пределах 0,7-1,1 м (в среднем за сезон 0,8 м). Органическое вещество, поступающее с животноводческими стоками, является одной из причин массового развития водорослей и бактерий. Пруд имеет низкую прозрачность из-за развития водорослей и большого содержания взвешенных глинистых частиц (животные периодически заходят в воду и взмучивают ил). В отдельные периоды сезона прозрачность не превышала 0,2 м. Значения рН в среднем за сезон составляли 7,9 [11].

Численность бактерий достигала 50 млн кл/мл, изменение их численности в основном зависело от температуры воды и поступления стоков с фермы вместе с дождевыми водами. В пруду в течение всего лета доминировал *Aphanizomenon flos-aquae*, который присутствовал в двух размерных фракциях – колонии до 20 мкм и более крупные. В состав наннопланктона (размер до 20 мкм) входили и играли ведущую роль мелкие зеленые и иные водоросли (*Chlamydomonas sp.*, *Cryptomonas sp.*, *Chlorella sp.*, небольшие колонии *Aphanizomenon flos-aquae*). Кроме того, присутствовали крупные и колониальные водоросли (размер более 50 мкм) *Aphanizomenon flos-aquae*, *Euglena sp.*, *Pandorina morum*, *Microcystis sp.*, *Phacus pleuronectes* и др. Наличие большого количества зеленых водорослей указывает на высокую трофность этого водоема и содержание большого количества растворенного органического вещества (РОВ). В этом водоеме по биомассе в основном доминировала фракция водорослей размером до 20 мкм. На ее долю в течение сезона приходилось от 29 до 100% биомассы водорослей (в среднем за сезон – 85% массы фитопланктона). В первой половине лета на долю этой фракции приходилось более 90% биомассы фитопланктона, во второй – 45% фитопланктонного сообщества.

Как уже отмечалось, в экспериментальные сосуды вносили меченый по ^{14}C гидролизат белка в концентрации около 30 мкг С/л (см. методику), в конце опыта в сосуде оставалось всего 0,1-0,4 мкг С/л этого РОВ. Это показывает, что фито- и бактериопланктон способен потреблять легкоусвояемое органическое вещество до ничтожно малых концентраций. Причем, интенсивность потребления РОВ зависит не только от общего количества

фито- и бактериопланктона и температуры среды, но и присутствия агрегированных бактерий и детрита. Когда в водоемах преобладали одиночные бактериальные клетки, концентрация неиспользованного меченого РОВ в экспериментальных сосудах было на уровне 1,5-2,5 мкг С/л, а когда повышалась доля агрегатов – снижалась почти в 6-10 раз (до 0,1-0,4 мкг С/л). Это можно объяснить, с одной стороны, высокой физиологической активностью агрегированных бактерий (колониальных и обитающих на детрите) и сорбционной способностью детрита. На детрите происходит концентрирование РОВ, которое в дальнейшем потребляется обитающими там бактериями [16].

В течение исследованного периода значительная часть внесенного в экспериментальные сосуды меченого РОВ потреблялась сообществом фито- и бактериопланктона. По этим показателям можно судить о деструкционных процессах, протекающих в водоемах. Наиболее активно потребление меченого РОВ осуществлялось в середине лета, чему способствовало интенсивное развитие микроорганизмов (водорослей и бактерий), а также поступление органического вещества в процессе жизнедеятельности водорослей (в том числе и при их отмирании) и прогрев водоема.

В августе и сентябре в высокотрофном пруду меченый гидролизат белка потреблялся сообществом водорослей и бактерий достаточно интенсивно, в различные дни от 36 до 75% (табл. 1). В среднем за август потребление РОВ составило 60%, в среднем за сентябрь – 56,2%. В сентябре снижение температуры не очень сильно сказалось на гетеротрофной активности водорослей и бактерий.

Большая часть потребленного органического вещества сообществом водорослей и бактерий использовалась на дыхание и минерализовалась.

В высокотрофном пруду, в среднем, в августе минерализовалось 42,7% поглощенного растворенного органического вещества, а в сентябре – 29% поглощенного растворенного органического вещества (в этих расчетах все количество поглощенного РОВ принималось за 100%). Для сравнения отметим, что в среднем за вегетационный сезон в мезотрофном Можайском водохранилище и в эвтрофном водоеме минерализовалось, соответственно, 65%

и 41% поглощенного РОВ [9]. Эти результаты соизмеримы с другими нашими данными, полученными с использованием кислородного метода [8; 19; 20].

Наиболее интенсивно деструкционные процессы осуществлялись во время развития фитопланктона и появления в среде легкоусвояемого РОВ. В высокотрофном пруду, несмотря на высокие численности бактерий (до 50 млн кл/мл), также, как и в двух других водоемах, около 70% потребленного меченого РОВ приходилось на долю водорослей. В этом водоеме доминировала размерная фракция до 20 мкм (около 85% биомассы фитопланктона); на ее долю приходилось 85% потребленного гидролизата белка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В трех исследованных водоемах сообщество фито-и бактериопланктона активно потребляет легкоусвояемое органическое вещество до ничтожно малых концентраций. В экспериментальные сосуды вносили около 30 мкг С/л, а в конце эксперимента в них РОВ оставалось в пределах 0,1-0,4 мкг С/л. На интенсивность потребления меченого РОВ влияло не только общее количество микроорганизмов (водорослей и бактерий), но и присутствие в среде детрита и агрегированных бактерий. Когда в среде преобладали одиночные бактериальные клетки, в экспериментальных сосудах оставалось 1,5-2,5 мкг С/л, а если повышалась доля агрегатов, то количество меченого РОВ уменьшалось до 0,1-0,2 мкг С/л. Это, скорее всего, связано с высокой физиологической активностью агрегированных бактерий и сорбционной способностью детрита.

С увеличением трофности водоемов гетеротрофная активность фито-и бактериопланктона возрастает, что в значительной степени связано с общим количеством в них потребителей этого РОВ, наличием взвеси (детрита) и высоким содержанием органического вещества. В мезотрофном водоеме сообщество фито-и бактериопланктона потребляло в среднем 43%, внесенного в сосуды, меченого РОВ, в эвтрофном пруду – 61%. [9]. Как указано выше в данной публикации, потребление РОВ в высокотрофной (гипертрофной) экосистеме в августе составляло в среднем 60%. Интенсивность потребления органического вещества во многом зависит от развития водорослей и бактерий.

Значительная часть потребленного РОВ использовалась при дыхании и минерализовалась организмами: в мезотрофном Можайском водохранилище эти показатели были в среднем 65%, в эвтрофном пруду – 41%. В высокотрофной (гипертрофной) экосистеме минерализация РОВ составляла в августе 42,7%, в сентябре – 29%. То есть, по мере увеличения трофности водоемов минерализация органического вещества, по сравнению с мезотрофной экосистемой, уменьшалась.

Изученные аспекты функционирования водорослей и бактерий существенны для формирования качества воды и ее самоочищения [3; 21; 22; 23]. Подчеркнем, что в последнее время приобретает большое значение еще один аспект функционирования водных экосистем и живущих в воде организмов (включая водоросли и бактерии) – а именно, экосистемные услуги по улучшению и поддержанию качества воды, предоставление чистой воды [5; 24]. Познание роли водорослей и бактерий в удалении органического вещества из воды вносит вклад в понимание вышеуказанных важных вопросов.

Изучение высокотрофных пресноводных экосистем [25; 26] представляет повышенный интерес для рыбного хозяйства и разработки научных основ аквакультуры, поскольку водоемы для рыборазведения часто характеризуются повышенным уровнем трофности.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность потребления растворенного органического вещества во многом зависит от развития водорослей и бактерий. В августе и сентябре в высокотрофном пруду РОВ (меченый гидролизат белка) потреблялся сообществом фитопланктона и бактериопланктона достаточно интенсивно – в различные дни от 36 до 75%. В среднем за август потребление РОВ составило 60%, в среднем за сентябрь – 56,2%.

2. В высокотрофной экосистеме минерализация РОВ составляла в августе 42,7%, в сентябре – 29%.

3. Приведенные в статье количественные данные о роли фитопланктона и бактериопланктона в потреблении низкомолекулярного РОВ в экосистемах разной трофности получены впервые.

Авторы благодарят аспирантов, стажеров и студентов МГУ за участие в работе, оказании помощи в сборе и обработке части материалов. Приносим благодарность сотрудникам кафедры гидробиологии МГУ биологического факультета за консультации и обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Садчиков А.П., Макаров А.А. Потребление и трансформация низкомолекулярного растворенного органического вещества фито-и бактериопланктоном в двух водоемах разной трофности // Водные ресурсы. – 2000. Том 27, № 1. – С. 72-75.
1. Sadchikov A.P., Makarov A.A. Potreblenie i transformaciya nizkomolekulyarnogo rastvorennogo organicheskogo veshchestva fito-i bakterioplanktonom v dvuh vodoemah raznoj trofnosti // Vodnye resursy. – 2000. V. 27, № 1. – Pp. 72-75.
2. Садчиков А.П. Продукция и трансформация органического вещества размерными группами фито-и бактериопланктона: Автореф. дисс. ...докт. биол. наук. – М., МГУ, 1997. – 53 с.
2. Sadchikov A.P. Producirovanie i transformaciya organicheskogo veshchestva razmernymi gruppami fito-i bakterioplanktona: Avtoref. diss. ...dokt. biol. nauk. – М., МГУ, 1997. – 53 p.
3. Остроумов С.А. Гидробионты в самоочищении вод и био-генной миграции элементов. Москва, МАКС-Пресс. 2008, 200 с. <https://www.researchgate.net/publication/266200066>

3. Ostroumov S.A. *Gidrobionty v samoochishchenii vod i biogennoj migracii elementov*. Moskva, MAKS-Press. 2008, 200 p. <https://www.researchgate.net/publication/266200066>
4. Остроумов С.А. О биотическом самоочищении водных экосистем. Элементы теории. Доклады Академии наук. 2004. Т. 396. № 1. – С. 136-141. <https://www.researchgate.net/publication/265294672>
4. Ostroumov S.A. O bioticheskom samoochishchenii vodnyh ekosistem. Elementy teorii. Doklady Akademii nauk. 2004. V. 396. № 1. – Pp. 136-141. <https://www.researchgate.net/publication/265294672>
5. Остроумов С.А. Гидробионты в самоочищении вод и биогенной миграции элементов. Москва, МАКС-Пресс. 2008, 200 с. <https://www.researchgate.net/publication/266200066>
5. Ostroumov S.A. *Gidrobionty v samoochishchenii vod i biogennoj migracii elementov*. Moskva, MAKS-Press. 2008, 200 p. <https://www.researchgate.net/publication/266200066>
6. Остроумов С.А. Качество и кондиционирование воды в природных экосистемах разработка теории биологических механизмов самоочищения воды // Экологическая химия 2017, 26(4); 175–182. <https://www.researchgate.net/publication/319955185>.
6. Ostroumov S.A. Kachestvo i kondicionirovanie vody v prirodnyh ekosistemah razrabotka teorii biologicheskikh mekhanizmov samoochishcheniya vody // *Ekologicheskaya himiya* 2017, 26(4); 175–182. <https://www.researchgate.net/publication/319955185>.
7. Кузьменко М.И. Миксотрофизм синезеленых водорослей и его экологическое значение. – Киев: Наукова Думка, 1981. – 210 с.
7. Kuz'menko M.I. Miksotrofizm sinezelenyh vodoroslej i ego ekologicheskoe znachenie. – Kiev: Naukova Dumka, 1981. – 210 p.
8. Садчиков А.П., Каниковская А.А. Роль бактериопланктона в деструкции органического вещества Можайского водохранилища // Микробиол. журн. – 1984. – Т. 46, вып. 4. – С. 10-14.
8. Sadchikov A.P., Kanikovskaya A.A. Rol' bakterioplanktona v destrukcii organicheskogo veshchestva Mozhajskogo vodohranilishcha // *Mikrobiol. zhurn.* – 1984. – V. 46, Issue 4. – Pp. 10-14.
9. Садчиков А.П., Остроумов С.А. Формирование качества воды в пресноводной экосистеме и потребление низкомолекулярного органического вещества водорослями и бактериями // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 2. – С. 65-69.
9. Sadchikov A.P., Ostroumov S.A. Formirovanie kachestva vody v presnovodnoj ekosisteme i potreblenie nizkomolekulyarnogo organicheskogo veshchestva vodoroslyami i bakteriyami // *Rybnoe hozyajstvo*. – 2019. – № 2. – Pp. 65-69.
10. Ostroumov S.A., Sadchikov A.P. Dynamics of the content of nitrogen, phosphorus, and carbon in the detrital particles suspended in water phase of ecosystems: consideration of water quality formation and exometabolism. // *Russian Journal of General Chemistry*, 2018. Vol. 88 (13), P. 2912-2917. <https://www.researchgate.net/publication/331099556>
11. Садчиков А.П., Козлов О.В. Продукция нано- и сетного фитопланктона в трех разных по трофности водоемах // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, № 1. – С. 3-9.
11. Sadchikov A.P., Kozlov O.V. Produktiya nanno- i setnogo fitoplanktona v trekh raznyh po trofnosti vodoemah // *Gidrobiol. zhurn.* – 1993. – V. 29, № 1. – Pp. 3-9.
12. Садчиков А.П., Макаров А.А. Прижизненное выделение органического вещества фитопланктоном в трех водоемах разной трофности (методические аспекты) // Гидробиол. журн. – 1997. – Т. 33, № 2. – С. 104-108.
12. Sadchikov A.P., Makarov A.A. Prizhiznnoe vydelenie organicheskogo veshchestva fitoplanktonom v trekh vodoemah raznoj trofnosti (metodicheskie aspekty) // *Gidrobiol. zhurn.* – 1997. – V. 33, № 2. – Pp. 104-108.
13. Садчиков А.П., Остроумов С.А. Методические аспекты изучения продукционно-деструкционных процессов в водных экосистемах // *Ecological Studies, Hazards, Solutions*. 2018 a. Vol.25. – P.139-146.
13. Sadchikov A.P., Ostroumov S.A. Metodicheskie aspekty izucheniya produkcionno-destrukcionnyh processov v vodnyh ekosistemah // *Ecological Studies, Hazards, Solutions*. 2018 a. Vol.25. – Pp. 139-146.
14. Садчиков А.П., Остроумов С.А. Потребление низкомолекулярного органического вещества водорослями и бактериями (на примере мезотрофной экосистемы) // *Ecological Studies, Hazards, Solutions*. 2018 b. Vol.25. –P.146-153.
14. Sadchikov A.P., Ostroumov S.A. Potreblenie nizkomolekulyarnogo organicheskogo veshchestva vodoroslyami i bakteriyami (na primere mezotrofnoj ekosistemy) // *Ecological Studies, Hazards, Solutions*. 2018 b. Vol.25. – Pp. 146-153.
15. Садчиков А.П., Остроумов С.А. Совершенствование методологии при изучении гетеротрофной активности водорослей и бактерий // *Ecological Studies, Hazards, Solutions*. 2018 c. Vol.25. –P.153-160.
15. Sadchikov A.P., Ostroumov S.A. Sovershenstvovanie metodologii pri izuchenii geterotrofnoj aktivnosti vodoroslej i bakterij // *Ecological Studies, Hazards, Solutions*. 2018 c. Vol. 25. – Pp. 153-160.
16. Садчиков А.П., Куликов А.С. Трансформация прижизненно выделенного фитопланктоном органического вещества // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26, № 6. – С. 13-16.
16. Sadchikov A.P., Kulikov A.S. Transformaciya prizhiznno vydelennogo fitoplanktonom organicheskogo veshchestva // *Gidrobiol. zhurn.* – 1990. – V. 26, № 6. – Pp. 13-16.
18. Енаки Г.А. О количественном составе органического вещества вод днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. 8, № 1. С. 38-42.
18. Enaki G.A. O kolichestvennom sostave organicheskogo veshchestva vod dneprovskih vodohranilishch // *Gidrobiol. zhurn.* – 1972. – V. 8, № 1. Pp. 38-42.
19. Кораблева А.И. Взаимосвязь компонентов РОВ и планктона в водоемах интенсивного комплексного использования // Водные ресурсы. – 1989. - № 2. – С. 171-174.
19. Korableva A.I. Vzaimosvyaz' komponentov ROV i planktona v vodoemah intensivnogo kompleksnogo ispol'zovaniya // *Vodnye resursy*. – 1989. - № 2. – Pp. 171-174.
20. Садчиков А.П., Каниковская А.А. Сезонные изменения взаимоотношений фито- и бактериопланктона в толще воды мезотрофного водоема. // журнал Научные доклады высшей школы. Биологические науки. Деп. ВИНТИ, № 3360-85 от 17.05.1985 (62 с.), – с.1-62.
20. Sadchikov A.P., Kanikovskaya A.A. Sezonnnye izmeneniya vzaimootnoshenij fito- i bakterioplanktona v tolshe vody mezotrofno go vodoema. // zhurnal Nauchnye doklady vysshej shkoly. Biologicheskie nauki. Dep. VINITI, № 3360-85 ot 17.05.1985 (62 p.), – Pp. 1-62.
21. Каниковская А.А., Садчиков А.П. Изучение сезонных изменений взаимоотношений фито- и бактериопланктона Можайского водохранилища. 1. Сезонные изменения численности и биомассы планктона в зависимости от основных гидробиологических характеристик. // В журнале Научные доклады высшей школы. Биологические науки, 1985, № 7. – с.55-62.
21. Kanikovskaya A.A., Sadchikov A.P. Izuchenie sezonnyh izmenenij vzaimootnoshenij fito- i bakterioplanktona Mozhajskogo vodohranilishcha. 1. Sezonnnye izmeneniya chislennosti i biomassy planktona v zavisimosti ot osnovnyh gidrobiologicheskikh kharakteristik. // V zhurnale Nauchnye doklady vysshej shkoly. Biologicheskie nauki, 1985, № 7. – Pp. 55-62.
22. Ostroumov S.A. On the biotic self-purification of aquatic ecosystems: elements of the theory. // *Doklady Biological Sciences*, 2004, Vol. 396, Numbers 1-6, p. 206-211. <https://www.researchgate.net/publication/200567576>; <https://www.researchgate.net/publication/259579685>
23. Ostroumov S.A. Biocontrol of water quality: Multifunctional role of biota in water self-purification // *Russian Journal of General Chemistry*, 2010, 80(13): 2754-2761; <https://www.researchgate.net/publication/227303635>;
24. Ostroumov S.A. Water quality and conditioning in natural ecosystems: biomachinery theory of self-purification of water. // *Russian Journal of General Chemistry*, 2017, Vol. 87, No. 13, pp. 3199–3204. <https://www.researchgate.net/publication/323122008>;
25. Остроумов С.А., Котелевцев С.В. Анализ концепции "услуги экосистем", "устойчивое развитие" // Изучение биосферы и окружающей среды. — 2017. — С. 113–117.
25. Ostroumov S.A., Kotelevcev S.V. Analiz koncepcii "uslugi ekosistem", "ustojchivoe razvitiye" // *Izuchenie biosfery i okruzhayushchej sredy*. — 2017. — Pp. 113–117.
26. Schiaffino M.R., Diovisalvi N., Molina D.M., Fermani P., Puma C.L., Lagomarsino L., Quiroga M.V., and Perez G.L., 2019. Microbial food-web components in two hypertrophic human-impacted Pampean shallow lakes: interactive effects of environmental, hydrological, and temporal drivers. // *Hydrobiologia*, Vol. 830(1), pp.255-276.
27. Modley L.A.S., Rampedi I.T., Avenant-Oldewage A., and Van Dyk C., 2020. A comparative study on the biotic integrity of the rivers supplying a polluted, hyper-eutrophic freshwater system: A multi-indicator approach. // *Ecological Indicators*, Vol. 111, p.105940.

Keywords:

seafarers, fisheries nautical school of cabin boys, fisheries nautical schools, secondary nautical school, higher naval school, cadets, skippers, ship engineers, radio personnel, electricians, refrigeration mechanics, master of fish trade

Система подготовки кадров плавсостава для флота рыбной промышленности и хозяйства СССР в отраслевых учебных заведениях: краткий историко-правовой аспект

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-30-37

Канд. экон. наук, доцент **А.М. Скрынник** – кафедра процессуального права Южно-Российского института управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте России
В.А. Семчугов – студент 3-го курса, кафедра «Технические средства аквакультуры», Донской государственный технический университет

@ Vladsemsem@mail.ru;
Lawer-sam@mail.ru

Ключевые слова:

плавсостав, рыбопромысловые мореходные школы юнг, рыбопромысловые мореходные школы, средние мореходные училища, высшие мореходные училища, курсанты, судоводители, судомеханики, радиоспециалисты, электромеханики, рефрижераторные механики, мастера добычи рыбы

THE SYSTEM OF TRAINING PERSONNEL FOR THE FLEET OF THE FISHING INDUSTRY AND THE ECONOMY OF THE USSR IN BRANCH EDUCATIONAL INSTITUTIONS: A BRIEF HISTORICAL AND LEGAL ASPECT

A. Skrynnik, PhD, Associate Professor - South Russian Institute of Management of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of Russia
V. Semchugov - Don State Technical University;
Vladsemsem@mail.ru, Lawer-sam@mail.ru

The article provides a brief historical and legal analysis of the origin and development of the system of training floating personnel for the fleet of the fishing industry in the branch educational institutions of the USSR: ordinary, Junior command, middle and senior command staff-boatmasters, ship mechanics, radio specialists, electricians, refrigerator mechanics, masters of fish production.

В статье проведен краткий историко-правовой анализ зарождения и развития системы подготовки кадров плавающего состава для флота рыбной промышленности в отраслевых учебных заведениях СССР: рядового, младшего командного, среднего и старшего командного состава - судоводители, судомеханики, радиоспециалисты, электромеханики, рефрижераторные механики, мастера добычи рыбы

Рыбное хозяйство государства – специфическая отрасль народного хозяйства. Этот вид деятельности зависит от сырьевой базы, подвижной в водной среде, пространстве и времени, от различных биологических, гидрологических, а также политических факторов, связанных с многочисленными двухсторонними и многосторонними межгосударственными соглаше-

ниями, регулирующими добычу водных биоресурсов в рыбопромысловых частях открытого моря и исключительных экономических зонах прибрежных государств.

Основу рыбной отрасли составляют флот и береговая инфраструктура в целом, промысловые и иные суда, в частности, осуществляющие поиск, добычу, переработку и транспор-

тировку рыбы и морепродуктов. Вместе с тем, рыбное хозяйство СССР (в отличие от РФ) располагало рядом общепромышленных подотраслей, таких, как судостроение, судоремонт, портовое хозяйство, торговля морепродукцией через фирменные магазины «ОКЕАН» и ряд других.

Во всех крупных городах СССР были открыты специализированные рыбные магазины под названием «ОКЕАН». В частности, в г. Ростов-на-Дону было два таких торговых заведения: на улице Энгельса (сейчас Большая Садовая) – переулке Семашко, и на Октябрьском проспекте (сейчас проспект Шолохова) – напротив Пригородного автовокзала. Многие ростовчане помнят изобилие морепродуктов на витринах двух ростовских «ОКЕАНов». В городской сети общепита (столовые и кафе) появились «рыбные дни», когда мясные блюда полностью заменяла рыба! [1].

Рыбное хозяйство отличается и по составу рабочей силы – полу, возрасту, уровню квалификации, источникам формирования кадров и другим признакам. Следует подчеркнуть, что рыбное хозяйство относится к отраслям с преимущественным применением мужского труда, особенно это касается плавающего состава судов флота рыбной промышленности. Это вызвано большими физическими нагрузками и многомесячным пребыванием на промысле в морских условиях.

С момента зарождения рыбных промыслов в Российской империи, и в дальнейшем – с образованием СССР, всегда остро стоял вопрос подготовки квалифицированных кадров рядового, младшего командного, среднего, старшего командного плавающего состава для этого специфического вида промышленной и производственной деятельности. С учетом поставленной цели, проведем краткое исследование данного направления деятельности.

История начального профессионального рыбохозяйственного образования плавсостава флота рыбной промышленности шла параллельно с общим развитием этого образования в стране, вплоть до создания специальных отраслевых учебных заведений – рыбопромысловых мореходных школ юнг (1944г.).

В начальный период советской власти в РСФСР (1917-1920 гг.) подготовку кадров рабочих специальностей осуществляли: профтехшколы (срок обучения 3-4 года), школы-клубы на предприятиях для общеобразовательной, профессиональной и политической подготовки работающей молодежи (2 года), школы ученичества для подготовки рабочих начальных разрядов (5-6 месяцев).

После 20-х годов в стране были созданы школы фабрично-заводского ученичества (далее – ШФЗУ), положившие начало новому, социалистическому типу профессионально-технических учебных заведений. Имелись ФЗУ промышленные, ж.-д., речного и морского транспорта, сельского хозяйства, строительные и др. Вначале срок обучения был 3-4 года, а с 30-х годов – 1-2 года.

В системе Государственных трудовых резервов СССР (организована в 1940 г.) были приняты

уже 3 новых типа профессионально-технических учебных заведений: школы фабрично-заводского обучения (далее – ШФЗО), ремесленные училища (далее – РУ) и железнодорожные училища. РУ (срок обучения – 2 года) готовили квалифицированных рабочих для промышленности, транспорта, связи и др., а ШФЗО (срок обучения – 6 месяцев) – рабочих массовых профессий для угольной, горнорудной, металлургической, нефтяной и пищевой промышленности. Училища комплектовались по призыву (мобилизации), а также за счёт свободного приёма молодёжи, окончившей 7-летнюю общеобразовательную школу, а ШФЗО – начальную школу. Учащиеся находились на полном государственном обеспечении: питание, форменное обмундирование, проживание, обучение. Массовая подготовка кадров рядового состава рыбной промышленности на тот период включала: курсовые мероприятия, индивидуально-бригадное ученичество, учебно-курсовые комбинаты, ФЗУ и РУ.

С учетом вышеизложенного и в соответствии с постановлением Государственного Комитета Обороны СССР (далее – ГОКО) № 4975с от 1944 г. [2], были утверждены мероприятия Народного Комиссариата рыбной промышленности СССР (далее – Наркомрыбпром) по приему в ШФЗУ 4600 человек и организации к 1 июля 1944 г. 25 новых школ ФЗУ. На основании постановления ГОКО № 4975с, Наркомрыбпрому поручалось организовать в 1-ом полугодии 1944 г. также учебно-курсовые комбинаты (далее – УКК) в Мурманске, Архангельске и Владивостоке для подготовки рабочих кадров (рядового плавсостава для флота). Приказом Наркомрыбпрома от 1945 г. [3] были организованы УКК, которые готовили кадры рядового плавсостава, и в дальнейшем – командные кадры плавсостава. Также пунктом 65 постановления ГОКО № 4975с Наркомрыбпрому было разрешено ввести на самоходных судах рыбной промышленности институт воспитанников-юнг, по примеру Наркомморфлота СССР. Приказом Наркомрыбпрома от 1944 г. [4] был введен институт воспитанников-юнг и Положение о юнгах – юных рыбаках на судах флота Наркомрыбпрома СССР.

Постановлением ГОКО № 7411с от 1945г. [5] был определен план приема подростков в школу ФЗУ Наркомрыбпрома в 1945 г., список рыбопромысловых мореходных школ юнг, организуемых Наркомрыбпромом в 1945 г. и план приема в 1945 г. подростков в 12 ШФЗО и 9 РУ Главтрезервов, действующих на базе предприятий рыбной промышленности. Приказом Наркомрыбпрома от 12.04.1945г. № 127 «Об открытии рыбопромысловых мореходных школ юнг» (далее – РПМШЮ) были открыты 20 РПМШЮ [6]. Но они готовили только лиц рядового плавсостава: матросов, машинистов, мотористов, радиотелеграфистов. А растущему, после тяжелой и разрушительной войны, рыболовному флоту нужны были командные кадры. РПМШЮ сыграли двойную положительную роль – государством в целом и Наркомрыбпромом в частности были



Фото 1. Форменный головной убор (фуражка) курсантов рыбопромысловых мореходных школ, средних мореходных училищ и высших мореходных училищ Министерства рыбного хозяйства СССР (1956-1991 г.г.)

Foto 1. Uniform cap of fishing nautical schools cadets, secondary and higher nautical schools of the USSR Ministry of Fisheries (1956-1991)

согреты, одеты и обуты многие, оставшиеся сироты – «дети войны», которые заменят на судах, ушедших на фронт, родителей.

После 1950 г. многие рыбопромысловые мореходные школы юнг, на основании приказов Министерства рыбной промышленности СССР (далее – Минрыбпром), были переименованы в 3-х годовичные «Рыбопромысловые мореходные школы» (мореходные школы) (далее – РПМШ), которые получили право выпускать командные кадры – «штурманов малого плавания» и «механиков дизелистов 3 разряда». В том же году приказом Минрыбпрома был утвержден Устав РПМШ.

В соответствии с постановлением Совета Министров СССР (далее – РСМ СССР) № 2799 от 1950 г. «О мерах по улучшению подготовки штурманов и механиков судов для флота Министерства рыбной промышленности СССР» [7] и распоряжением Совета Министров СССР (далее – РСМ СССР) № 17661 от 1950 года [8], на всех курсантов РПМШЮ и РМШ Министерства рыбной промышленности распространялись нормы бесплатного питания и вещевого довольствия, установленного РСМ СССР № 4320 от 1948 г. для мореходных школ Министерства морского флота СССР.

Следует отметить, что этим учебным заведениям был установлен статус «закрытых учебных заведений». Воспитанники-юнги РПМШЮ и учащиеся (курсанты) РПМШ на период обучения находились на полном государственном обеспечении: морское флотское обмундирование, питание, проживание – бесплатно, и стипендия за счет государства. В то же время выпускники мореходных школ не получали среднее техническое образование.

В 1954 г. для выпускников средней школы

были открыты технические училища (далее – ТУ, срок обучения 1-2 года). В 1958-1959 гг. все типы профессионально-технических учебных заведений были реорганизованы в городские и сельские профессионально-технические училища (далее – ПТУ и СПТУ) и переданы в ведение комитетов по профессионально-техническому образованию союзных республик. В ПТУ (1-2 года обучения) принималась молодежь, окончившая 8-летнюю школу. Учащихся обеспечивали бесплатным питанием, установленной форменной одеждой (или стипендией), проживанием.

Законами СССР «О мерах по дальнейшему улучшению подготовки квалифицированных рабочих в учебных заведениях системы профессионально-технического образования» 1969 г. и «О совершенствовании системы профессионально-технического образования» 1972 г. был создан новый тип профессионально-технических училищ – средние профессионально-технические училища (далее – СПТУ). Наряду с рабочей специальностью они давали учащимся общее среднее образование. В них принимались юноши и девушки, окончившие 8 классов (срок обучения 3-4 года). Профессионально-технические учебные заведения Госкомитета СССР по профессионально-техническому образованию СССР готовили также кадры и для плавсостава флота рыбной промышленности, например, ПТУ-5 г. Владивосток – мотористы; ПТУ-7 г. Владивосток – матросы; СПТУ-4 г. Калининград – матросы и мотористы. В основном в ПТУ обучались профессии: судовой повар, буфетчик и др. В 1987 г. был утвержден Перечень профессий для подготовки квалифицированных рабочих в средних профессионально-технических училищах («Сборник 5. Профессии транспорта, связи, морского и речного флота, рыбного хозяйства») [9].

Краткий вывод. Подготовка кадров рядового и младшего командного плавсостава для работы на судах флота рыбной промышленности и хозяйства СССР: матросы 1-го и 2-го класса, матросы добычи и обработки рыбы, машинисты, мотористы, электрики, радиотелеграфисты, донкерманы, водолазы, судовые повара, буфетчики и младшего командного состава: судоводители маломерных судов, судоводители-практики до 200 рег. тонн, старшины и шкиперы, боцманы, механики маломерных рыбопромысловых и вспомогательных судов, механики-практики 3-го разряда по состоянию на 1 декабря 1991 г. осуществлялась в 9 рыбопромысловых мореходных школах (мореходных школах) и 52 учебно-курсовых комбинатах (пунктах) системы Минрыбхоза СССР, в 34 профтехучилищах системы Госпрофобразования СССР на договорной основе [10].

История среднего технического образования флота рыбной промышленности СССР прослеживается на примере Астраханского рыбопромышленного техникума [11], который возник первоначально как факультет при Астраханском университете в 1919 году. В 1920-1921 учебном году он был выделен в самостоятельное высшее

учебное заведение – Институт Рыбоведения, но просуществовал всего один учебный год. За недостатком средств, по распоряжению Главпрофобра, с начала 1921-22 учебного года был переформирован в среднее учебное заведение – Рыбопромышленный техникум, который непосредственно подчинялся и финансировался Главрыбой. С 1 января 1923 г. рыбопромышленный техникум был преобразован в Промышленный экономический техникум. С 1925 г. совещанием при Астраханском Губернском отделе народного образования был окончательно утвержден как Астраханский рыбопромышленный техникум (далее – АРТ), в задачи которого входила подготовка специалистов средних квалификаций для рыбной промышленности.

В 1925 г. в АРТ было организовано два отделения: рыбопромышленное и промышленно-экономическое с общим количеством учащихся – 154 человека. С 1936 г. в нем были открыты судоводительское и радиотехническое отделения, последнее закрыто в 1946 году.

На основании постановления Совета Народных Комиссаров РСФСР от 5 ноября 1927 г. в г. Владивосток был открыт Дальневосточный морской рыбопромышленный техникум [12].

Приказом народного комиссариата внешней и внутренней торговли СССР № 695 от 1930 г. «О рыбных вузах, техникумах, рабфаках и курсах» [13] был дан старт для открытия новых техникумов, готовивших кадры рыбаков: Азово-Черноморский государственный рыбопромышленный техникум (г. Азов, Ростовской области, 1930-1938 гг.); Тобольский рыбопромышленный техникум (1930); Мурманский морской рыбопромышленный техникум (1932); Гурьевский (Казахская ССР) мореходный техникум (1932-1970 гг.) – Гурьевский морской рыбопромышленный техникум (1970-1991 г.г.); Херсонский морской рыбопромышленный техникум (1932) и Якутский рыбопромышленный техникум (1934-1949 гг.).

Потери рыбопромыслового флота СССР, понесенные рыбной отраслью в период Великой Отечественной войны 1941-1945 годов, в связи с переводом флота рыбной промышленности на военизированную службу, и ее кадровая составляющая – плавсостав, нуждались в пополнении. Еще не затихла война, а советское государство уже задумалось о восстановлении разрушенного за период войны народного хозяйства. ГОКО своим постановлением № 5311 от 5 марта 1944 г. [14] определил – создать сеть закрытых средних и высших учебных заведений по подготовке кадров плавсостава для морского транспорта и одновременно офицеров запаса ВМС.

В 40-х годах были открыты рыбопромышленные техникумы в городах Петропавловск-Камчатский (1942); Ростов-на-Дону (1944); Рига (1945), Таллин (1945), Клайпеда (1945), [15; 16; 17; 18; 19].

Приказом Всесоюзного Комитета по делам Высшей школы при СНК СССР №729/т от 1945 г. «О реорганизации Мурманского морского ры-

бопромышленного техникума в Мурманское мореходное училище Наркомрыбпрома СССР» [20] (далее – ММУ НКРП), на основании постановления Совета народных комиссаров СССР № 2476 1945 г., в системе рыбной промышленности СССР было положено начало создания принципиально новых учебных заведений по подготовке командных кадров плавсостава флота рыбной промышленности – мореходных училищ. С учетом распространения на ММУ НКРП действия постановления ГОКО № 5311, изменился статус обучающихся – в отличие от учащихся техникумов они стали именоваться курсантами. Для них была установлена флотская форма одежды, бесплатное питание и проживание в экипажах, была ведена военно-морская подготовка офицеров запаса для ВМС на военно-морских циклах [21].

Следует отметить, что в дальнейшем, при создании Мурманского высшего мореходного училища, п.п. б) п.3 распоряжения Совета Министров СССР № 13678-р от 1949 г. [22] было дано указание Минрыбпрому СССР о реорганизации ММУ МРП в Мурманское высшее мореходное училище для подготовки командных кадров плавсостава». Однако возобладал здравый смысл и приказом Минрыбпрома № 62-П от 1950 г. [23] на основании распоряжения Совета Министров СССР № 1702-р от 1950 г., среднее мореходное училище было сохранено и получило свое дальнейшее развитие.

По мере быстрого развития флота рыбной промышленности СССР и поступления новых рыбодобывающих судов, освоения новых рыбопромысловых участков во внутренних морских водах, территориальном море и в исключительной экономической зоне СССР, в открытом море, а также по международным соглашениям с иностранными государствами о промысле в их исключительных экономзонах, требовалось все большее количество командных кадров плавсо-



Фото 2. Курсанты 3-го курса Дальневосточного мореходного училища рыбной промышленности СССР (г. Находка) у входа в училище

Foto 2. The 3rd year cadets of the Far Eastern Maritime School of the Fishing Industry of the USSR (Nakhodka) at the entrance to the school

става, а их катастрофически не хватало.

Поэтому, в дальнейшем, было принято решение о реорганизации некоторых рыбопромышленных техникумов в средние мореходные училища и вновь организованы средние мореходные училища для подготовки командных кадров плавсостава флота рыбной промышленности – Херсонское, Калининградское, Петропавловск-Камчатское, Одесское, Дальневосточное, Ростовское-на-Дону, Ленинградское, Сахалинское, Тобольское, Клайпедское, Лиепайское, Таллинское, Каспийское, Владивостокское, Архангельское.

Кадры плавсостава также продолжали готовить морские рыбопромышленные техникумы: Азербайджанский, Астраханский, Белгород-Днепровский, Ейский, Гурьевский, Рижский, Нарьян-Марский, Ханты-Мансийский (в дальнейшем – Тобольский), Московский судомеханический техникум.

Подготовка кадров среднего и старшего командного плавсостава судов флота рыбной промышленности и хозяйства СССР осуществлялась мореходными училищами и морскими рыбопромышленными техникумами по специальностям: техник-судоводитель (штурман малого плавания, капитан малого плавания, штурман дальнего плавания, капитан дальнего плавания); техник-судомеханик (судовой механик 3, 2, 1-го разрядов); техник-электромеханик (судовой электромеханик 3, 2, 1-го разрядов); техник-механик (рефрижераторный механик 3, 2, 1-ой категории); радиотехник (судовой радиооператор 2, 1-го класса); техник-механик (промышленное рыболовство: тралмастер, техник-организатор рыбного хозяйства, мастер добычи рыбы).

Продолжалась подготовка командных кадров плавсостава и на различных курсах. Приказом Министерства рыбной промышленности СССР (далее – Минрыбпром) № 39 от 1957 г. было утверждено «Положение о правилах и порядке приема слушателей в школы усовершенствования кадров командного плавсостава и других специалистов рыбной промышленности, учебно-курсовые комбинаты и на курсы по подготовке командных кадров» и дано указание Отделу учебных заведений о разработке, согласовании и утверждении «Положения о высших мореходных и мореходных училищах Минрыбпрома СССР и Правила внутреннего распорядка в высших мореходных и мореходных училищах Минрыбпрома СССР [24].

История высшего рыбохозяйственного образования России и СССР началась в 1913 г. с принятия Закона Российской империи «Об учреждении отделения рыбоведения при Московском сельскохозяйственном институте». Затем отделение рыбоведения было преобразовано в рыбохозяйственный факультет Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева» [25]. Новым этапом развития высшего рыбохозяйственного образования принято считать 1930 г., когда, претворяя в жизнь указания ВКП(б), коллегия Наркомторга СССР приняла

постановление о развертывании в Москве, на базе рыбохозяйственного факультета сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, специального Института рыбной промышленности и хозяйства – Московского технического института рыбной промышленности и хозяйства (далее – Мосрыбвуз).

В 1930 г. в г. Астрахань и г. Владивосток были сформированы Астраханский государственный технический институт рыбной промышленности и хозяйства (далее – Астррыбвуз) и Дальневосточный государственный технический институт рыбной промышленности и хозяйства (далее – Дальрыбвуз).

На севере СССР в 1950 г. было вновь создано и открыто первое высшее учебное заведение закрытого типа (в отличие от рыбвузов) – Мурманское высшее мореходное училище (далее – МВМУ МРП, в дальнейшем – МВИМУ) для подготовки кадров плавсостава флота рыбной промышленности с высшим инженерно-техническим образованием. Распоряжением СМ СССР № 259р от 1950 г. «О распространении на Мурманское высшее мореходное училище Министерства рыбной промышленности СССР действия постановления ГОКО № 5311» и приказом Минрыбпрома № 20-П от 1950г. был закреплен его статус [26].

Важной вехой развития высшего рыбохозяйственного образования следует считать решение Правительства СССР в 1958 г. о перебазировании Мосрыбвуза из г. Москва в г. Калининград, ближе к морю и рыболовным промыслам. К 1 сентября 1959 г. перевод вуза был завершен. Институт получил новое название – Калининградский технический институт рыбной промышленности и хозяйства (далее – Калининградрыбвуз) [27].

Пунктом 46 постановления ЦК КПСС и СМ СССР 1966 г. на студентов мореходных факультетов Дальрыбвуза и Калининградрыбвуза, осуществлявших подготовку командного плавсостава для флота рыбной промышленности, был распространен порядок материального обеспечения, установленный для курсантов МВМУ МРП [28].

В 1966 г. на основании ПСМ СССР от 30.04.1966г. № 330 было сформировано второе высшее техническое учебное заведение закрытого типа – Калининградское высшее мореходное училище (далее – КВМУ, в дальнейшем – КВИМУ) [29].

В связи с тем, что на факультетах добывающей рыбной промышленности (промышленное рыболовство) рыбвузов студенты изучали предметы судовой специальности и проходили морскую плавательную практику на учебных судах, совместным приказом Наркомморфлота СССР и Наркомрыбпрома СССР от 1940 г. рыбвузам системы Наркомрыбпрома было предоставлено право выдавать лицам, окончившим факультет техники добычи рыбы, Свидетельство на звание штурмана малого плавания [30]. В дальнейшем лица, окончившие факультет промышленного рыболовства рыбвузов, могли получить диплом на морское звание «штурман дальнего плавания» [31].

1 января 1987 г. на базе Камчатского филиала Дальрыбвтуза было создано третье высшее учебное заведение закрытого типа – Петропавловск-Камчатское высшее инженерное морское училище (далее – ПКВИМУ, после объединения с Петропавловск-Камчатским мореходным училищем – ПКВМУ) [32].

В 1990 г., на основании распоряжения СМ СССР № 306-р от 1990 года «О реорганизации мореходных училищ в высшие профессиональные училища» [33], совместного приказа Государственного комитета СССР по образованию и Минрыбхоза СССР № 103 от 1990 г. «О реорганизации Мурманского и Владивостокского мореходных училищ в морские колледжи» [34], приказа Минрыбхоза СССР № 216 от 1991 г. «О реорганизации Калининградского и Клайпедского мореходных училищ» [35] в системе рыбного хозяйства 4 средних мореходных училища получили повышенный экспериментальный статус – морской рыбопромышленный колледж. Колледжи получили право экспериментального выпуска инженеров узкой направленности, как это ранее практиковалось в 20-30-х годах в политехнических техникумах водного транспорта.

Краткий вывод. Массово за рубежом и в меньшем количестве в СССР строились плавбазы, транспортные рефрижераторы и танкеры, которые, наряду с вывозом продукции из районов лова, обеспечивали рыбодобывающие суда необходимым снаряжением и топливом. Плавучие базы обеспечивали приемку в свежем виде и переработку сырья массовых видов рыб (сельдь, минтай, скумбрия, сардина, ставрида, сардина-иваси), добываемого среднетоннажными судами-ловцами. Рыболовный флот СССР все дальше уходил в океан, что требовало совершенствования судов, техники лова, навигационного и рыбопоискового оборудования, технологии и техники переработки улова. Были открыты новые районы и объекты лова за пределами исключительной экономической зоны иностранных государств во всех океанах. Все это позволило увеличить вылов рыбы с 1,4 млн тонн в 1940 г. (доля РСФСР – около 1,2), до 11,3-11,6 млн тонн (доля РСФСР – 8-8,5) к концу 80-х годов [36].

Для этого рыболовному флоту требовалось большое количество квалифицированных командных кадров плавсостава. Подготовка кадров среднего и старшего командного плавсостава, для работы на судах флота рыбной промышленности и хозяйства, в СССР осуществляли различные учебные организации: рыбопромысловые мореходные школы, учебно-курсовые комбинаты, школы усовершенствования кадров командного плавсостава, курсы по подготовке командных кадров флота, морские рыбопромышленные техникумы, средние и высшие мореходные училища, мореходные факультеты Дальрыбвтуза и Калининградрыбвтуза. Наряду с рыбохозяйственной подготовкой, курсанты готовились как офицеры (в дальнейшем – старшины) запаса ВМФ.

По состоянию на 1 декабря 1991 г. [37; 38; 39] подготовку кадров среднего и старшего ко-

мандного плавсостава для флота судов рыбной промышленности СССР осуществляли 16 средних специальных учебных заведения, из них 10 средних мореходных училищ: Архангельское, Дальневосточное, Каспийское, Ленинградское, Лиепайское, Петропавловск-Камчатское, Сахалинское Таллинское, Одесское, Херсонское; 6 морских рыбопромышленных техникумов: Азербайджанский, Астраханский, Белгород-Днепровский, Петропавловск-Камчатский, Тобольский и Ейский; 6 высших технических учебных заведения, из них 3 технических института рыбной промышленности и хозяйства (Астррыбвтуз, Дальрыбвтуз, Калининградрыбвтуз), 3 высших инженерных морских училища (МВИМУ, КВИМУ, ПКВМУ и 4 высших профессиональных училища – морских колледжа: Мурманский, Владивостокский, Калининградский и Клайпедский.

Подготовка кадров среднего и старшего командного плавсостава судов флота рыбной промышленности и хозяйства СССР осуществлялась по специальностям инженеров – инженер-судоводитель: штурман малого плавания, капитан малого плавания, штурман дальнего плавания, капитан дальнего плавания; инженер-судомеханик – судовой механик 3, 2, 1-го разряда; инженер-электромеханик – судовой электромеханик 3, 2, 1-го разряда; инженер-механик – рефрижераторный механик: 3, 2, 1-ой категории; радиоинженер – радиооператор 2, 1-го класса; инженер-механик – промышленное рыболовство (щдп), тралмастер; инженер-организатор рыбного хозяйства – мастер добычи рыбы.

Предтечей быстрому развитию рыбной промышленности СССР 60-80-х гг. XX века был выпуск специалистов Мосрыбвтуза и периферийных вузов, которыми был укомплектован интеллектуальный «спецназ», призванный тогда решать проблемные вопросы теории рыболовства, стратегического планирования, проектирования техники рыболовства и судов, разведки и освоения водных объектов и районов промысла, управления промыслом и рыбной индустрией, внешнеэкономического и международно-правового развития. Во всех этих направлениях осмысленно и уверенно действовали специалисты с базовой подготовкой в области промышленного рыболовства» [40].

В то же время профессор Г.К. Войтоловский отмечал: «...в числе пробелов в рыбопромышленном образовании 50-60-х годов были такие, как слабое знание иностранных языков и бухгалтерского дела, почти полное отсутствие представлений о международном морском и финансовом праве, о теории и практике международных отношений, о современных процессах и характерах возможного развития внешнеэкономического сотрудничества, низкая осведомленность о политико-экономических и экологических действиях в Мировом океане зарубежных стран и международных организациях, регулирующих морскую деятельность» [41].

Рыбохозяйственная образовательная система СССР сыграла главную роль в обеспечении отрас-

ли квалифицированными кадрами плавсостава. Теснейшая связь отраслевых образовательных учреждений с предприятиями и организациями рыбного хозяйства СССР, ее оперативное реагирование на их нужды и запросы, ее способность трансформироваться и адаптироваться к изменяющимся условиям рыбохозяйственной деятельности стало залогом успехов развития рыбной отрасли. Была заложена база для дальнейшего развития и совершенствования рыбохозяйственного образования.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. «Рыбный день» в далёкой Атлантике // Газета «Вечерний Ростов» от 11.07.2014г.
1. «Rybnij den» v dalyokoj Atlantike // «Vechernij Rostov» from 11.07.2014.
2. Постановление Государственного комитета обороны СССР от 18 января 1944 года № 4975с «О подготовке к весенней путине и увеличении добычи рыбы в 1944 году» // Госархив РФ. Фонд 5446. Опись 1
2. Postanovlenie Gosudarstvennogo komiteta oborony SSSR ot 18 yanvarya 1944 goda № 4975s «O podgotovke k vesennej putine i uvelichenii dobychi ryby v 1944 godu» // Russian State Archive. Fond 5446. Register 1
3. Приказ Народного Комиссариата рыбной промышленности от 09 января 1945 года № 5 «Об организации учебно-курсовых комбинатов для проведения централизованных кадровых мероприятий» // Госархив экономики РФ. Фонд 8202. Опись 1а
3. Prikaz Narodnogo Komissariata rybnoy promyshlennosti ot 09 yanvarya 1945 goda № 5 «Ob organizacii uchebno-kursovyyh kombinatov dlya provedeniya centralizovannyh kadrovyyh meropriyatij» // Russian State Economic Archive. Fond 8202. Register 1a
4. Приказ Народного Комиссариата рыбной промышленности СССР от 26 февраля 1944 года № 146 «Об организации института юнг на судах флота Наркомрыбпрома СССР» // Госархив экономики РФ. Фонд 8202. Опись 1
4. Prikaz Narodnogo Komissariata rybnoy promyshlennosti SSSR ot 26 fevralya 1944 goda № 146 «Ob organizacii instituta yung na sudah flota Narkomrybproma SSSR» // Russian State Economic Archive. Fond 8202. Register 1
5. Постановлением Государственного комитета обороны СССР от 28 января 1945 года № 7411с «О подготовке к весенней путине и увеличении добычи рыбы в 1945 году по Наркомату рыбной промышленности» // Госархив РФ. Фонд 5446. Опись 1
5. Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta oborony SSSR ot 28 yanvarya 1945 goda № 7411s «O podgotovke k vesennej putine i uvelichenii dobychi ryby v 1945 godu po Narkomatu rybnoy promyshlennosti» // Russian State Archive. Fond 5446. Register 1
6. Приказ Народного Комиссариата рыбной промышленности СССР от 12 апреля 1945 года № 127 «Об открытии рыбопромысловых мореходных школ юнг» // Госархив экономики РФ. Фонд 8202. Опись 1
6. Prikaz Narodnogo Komissariata rybnoy promyshlennosti SSSR ot 12 aprelya 1945 goda № 127 «Ob otkrytii rybopromyslovyh morekhodnyh shkol yung» // Russian State Economic Archive. Fond 8202. Register 1
7. Постановление Совета Министров СССР от 29 июня 1950 года № 2799 «О мерах по улучшению подготовки штурманов и механиков судов для флота Министерства рыбной промышленности СССР» // Госархив РФ. Фонд 5446. Опись 1
7. Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 29 iyunya 1950 goda № 2799 «O merah po uluchsheniyu podgotovki shturmanov i mekhanikov sudov dlya flota Ministerstva rybnoy promyshlennosti SSSR» // Russian State Archive. Fond 5446. Register 1
8. Распоряжение Совета Министров СССР от 30 октября 1950 года № 17661-р «О распространении норм бесплатного питания и вещевого довольствия, установленного Постановлением Совета Министров СССР от 20.11.1948 года № 4320 для учащихся мореходных школ Министерства морского флота, на курсантов рыбопромышленных школ юнг МРП СССР» // КонсультантПлюс.
8. Rasporyazhenie Soveta Ministrov SSSR ot 30 oktyabrya 1950 goda № 17661-r «O rasprostranenii norm besplatnogo pitaniya i veshchevogo dovol'stviya, ustanovlennogo Postanovleniem Soveta Ministrov SSSR ot 20.11.1948 goda № 4320 dlya uchashchihshya morekhodnyh shkol Ministerstva morskogo flota, na kursantov rybopromyshlennyh shkol yung MRP SSSR».
9. Перечень профессий для подготовки квалифицированных рабочих в средних профессионально-технических училищах. Сб. 5. Профессии транспорта, связи, морского и речного флота, рыбного хозяйства. 1987 год // КонсультантПлюс
9. Perechen' professij dlya podgotovki kvalificirovannyh rabochih v srednih professional'no-tekhnicheskikh uchilishchah. Sb. 5. Professii transporta, svyazi, morskogo i rechnogo flota, rybnogo hozyajstva. 1987 god // КонсультантПлюс
10. Ушаков А.П. Кадровые проблемы отрасли // Рыбное хозяйство. 1990. №5. стр. 3
10. Ushakov A.P. Kadrovye problemy otrasli // Rybnoe hozyajstvo. 1990. №5. p. 3
11. Госархив Астраханской области. Фонд Р-49
11. State Archive of Astrakhan Region. Fond R-49
12. dmu.tmweb.ru // Официальный сайт Дальневосточного морского рыбопромышленного колледжа
12. dmu.tmweb.ru // Oficial'nyj sajt Dal'nevostochnogo morskogo rybopromyshlennogo kolledzha
13. Приказ народного комиссариата внешней и внутренней торговли СССР от 09 мая 1930 года № 695 «О рыбных вузах, техникумах, рабфаках и курсах» // Госархив экономики РФ. Фонд 5240. Опись 21
13. Prikaz narodnogo komissariata vneshnej i vnutrennej torgovli SSSR ot 09 maya 1930 goda № 695 «O rybnyyh vuzah, tekhnikumah, rabfakah i kursah» // Russian State Economic Archive. Fond 5240. Register 21
14. Постановление Государственного Комитета Обороны СССР от 05 марта 1944 года № 5311 «О подготовке командных кадров для морского флота» // Госархив РФ. Фонд 5446. Опись 1
14. Postanovlenie Gosudarstvennogo Komiteta Oborony SSSR ot 05 marta 1944 goda № 5311 «O podgotovke komandnyh kadrov dlya morskogo flota» // Russian State Archive. Fond 5446. Register 1
15. Гаврилов С.В. Морской рыбопромышленный политехнический техникум // Вопросы истории рыбной промышленности Камчатки (выпуск 5, 2002 год)
15. Gavrilov S.V. Morskoj rybopromyshlennyj politekhnicheskij tekhnikum // Voprosy istorii rybnoy promyshlennosti Kamchatki (Issue 5, 2002)
16. Государственный архив Ростовской области. Фонд Р-4009.
16. State Archive of Rostov region. Fond R-4009.
17. Постановление Совета Министров СССР от 22 апреля 1945 года № 834 «О мероприятиях по восстановлению и развитию рыбной промышленности Латвийской ССР» // Госархив РФ. Фонд 5446. Опись 1
17. Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 22 aprelya 1945 № 834 «O meropriyatiyah po vosstanovleniyu i razvitiyu rybnoy promyshlennosti Latvijskoj SSR» // Russian State Archive. Fond 5446. Register 1
18. Постановление Совета Министров СССР от 22 апреля 1945 года № 835 «О мероприятиях по восстановлению и развитию рыбной промышленности Эстонской ССР» // Госархив РФ. Фонд 5446. Опись 1
18. Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 22 aprelya 1945 № 835 «O meropriyatiyah po vosstanovleniyu i razvitiyu rybnoy promyshlennosti Estonskoj SSR» // Russian State Archive. Fond 5446. Register 1
19. Постановление Совета Министров СССР от 15 июня 1945 года № 1422 «О мероприятиях по восстановлению и развитию рыбной промышленности Литовской ССР» // Госархив РФ. Фонд 5446. Опись 1.
19. Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 15 iyunya 1945 № 1422 «O meropriyatiyah po vosstanovleniyu i razvitiyu rybnoy promyshlennosti Litovskoj SSR» // Russian State Archive. Fond 5446. Register 1.
20. Приказ Всесоюзного Комитета по делам Высшей школы

при Совете Министров СССР от 14 ноября 1945 года № 729/т «О реорганизации Мурманского морского рыбопромышленного техникума Наркомрыбпрома СССР в Мурманское мореходное училище Наркомрыбпрома СССР»//Госархив РФ. Описание 8080. Описание 1,5,6 дело 4742

20. Prikaz Vsesoyuznogo Komiteta po delam Vysshej shkoly pri Sovete Ministrov SSSR ot 14 noyabrya 1945 goda № 729/t «O reorganizacii Murmanskogo morskogo rybopromyshlennogo tekhnikuma Narkomrybproma SSSR v Murmanskoe morekhodnoe uchilishche Narkomrybproma SSSR»//Russian State Archive. Register 8080. Register 1,5,6 work 4742

21. Калужный Р.Г. К вопросу о подготовке состава запаса ВМФ в высших учебных заведениях гражданских наркоматов 1944-1945 г.г.//Интернет - Журнал Мундир №17.

21. Kalyuzhnyj R.G. K voprosu o podgotovke sostava zapasa VMF v vysshih uchebnyh zavedeniyah grazhdanskikh narkomatomov 1944-1945 g.g.//Internet - ZHurnal Mundir №17.

22. Распоряжение Совета Министров СССР от 28 августа 1949 года № 13678-р //Госархив РФ

22. Rasporyazhenie Soveta Ministrov SSSR ot 28 avgusta 1949 goda № 13678-r //Russian State Archive

23. Приказ Министерства рыбной промышленности СССР от 14 февраля 1950 года № 62-П «О сохранении Мурманского среднего мореходного училища Министерства рыбной промышленности СССР»//Госархив Мурманской области. Ф. Р-534. Оп.10. Дело 53. Л.127

23. Prikaz Ministerstva rybnoy promyshlennosti SSSR ot 14 fevralya 1950 goda № 62-P «O sohranении Murmanskogo srednego morekhodnogo uchilishcha Ministerstva rybnoy promyshlennosti SSSR»//State Archive of Murmansk Region. F. R-534. Register. 10. work 53. L.127

24. Приказ министра рыбной промышленности СССР № 39 от 8 марта 1957 года «О мерах по обеспечению флота рыбной промышленности кадрами командного плавсостава и улучшению их подготовки». М Типография МРП СССР 1957г. 96с.

24. Prikaz ministra rybnoy promyshlennosti SSSR № 39 ot 8 marta 1957 goda «O merah po obespecheniyu flota rybnoy promyshlennosti kadrami komandnogo plavsoštava i uluchsheniyu ih podgotovki». M Tipografiya MRP SSSR 1957. 96 p.

25. kltu.ru//Официальный сайт Калининградского государственного технического университета.

25. kltu.ru//Oficial'nyj sajt Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta.

26. Приказ Министерства рыбной промышленности СССР от 13 января 1950 года № 20-П «О Мурманском высшем мореходном училище Министерства рыбной промышленности СССР»//Госархив Мурманской области. Ф. Р-534. Оп.10. Дело 53. Л.127

26. Prikaz Ministerstva rybnoy promyshlennosti SSSR ot 13 yanvarya 1950 goda № 20-P «O Murmanskom vysshem morekhodnom uchilishche Ministerstva rybnoy promyshlennosti SSSR»//State Archive of Murmansk region. F. R-534. Op.10. work 53. L.127

27. Постановление Совета Министров СССР от 22 мая 1958 года № 546 «О переводе в Калининград Московского технического института рыбной промышленности и хозяйства»//Госархив

27. Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 22 maya 1958 goda № 546 «O perevode v Kaliningrad Moskovskogo tekhnicheskogo instituta rybnoy promyshlennosti i hozyajstva»//State Archive

28. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 11 июня 1966 года № 462 «О мерах по дальнейшему развитию рыбного хозяйства в стране, улучшению качества и ассортимента рыбной продукции»//КонсультантПлюс

28. Postanovlenie CK KPSS i Soveta Ministrov SSSR ot 11 iyunya 1966 goda № 462 «O merah po dal'nejshemu razvitiyu rybnogo hozyajstva v strane, uluchsheniyu kachestva i assortimenta rybnoy produkcii»

29. Постановление Совета Министров СССР от 30 апреля 1966 года № 330 «О создании Калининградского высшего мореходного училища»//Госархив РФ

29. Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 30 aprelya 1966 goda № 330 «O sozdaniі Kaliningradskogo vysshego morekhodnogo uchilishcha»//Russian State Archive

30. Манжин В.В. Сборник законов и распоряжений по морскому транспорту (Руководящие материалы) // Составил В.В. Манжин; Министерство морского флота СССР. – М.; Л.: Издательство «Морской транспорт». 1948. 601 с.

30. Manzhin V.V. Sbornik zakonov i rasporyazhenij po morskomu transportu (Rukovodyashchie materialy) // Sostavil V.V. Manzhin; Ministerstvo morskogo flota SSSR. – M.; L.: Izdatel'stvo «Morskoy transport». 1948. 601 p.

31. Приказ Министерства высшего и среднего специального образования СССР от 05 сентября 1975 года № 831 «Об утверждении перечня действующих специальностей и специализаций высших учебных заведений СССР»//КонсультантПлюс

31. Prikaz Ministerstva vysshego i srednego special'nogo obrazovaniya SSSR ot 05 sentyabrya 1975 goda № 831 «Ob utverzhenii perechnya dejstvuyushchih special'nostej i specializacij vysshih uchebnyh zavedenij SSSR»

32. Гаврилов С.В. "Мы все учились понемногу...": история морского и рыбохозяйственного образования на Камчатке//С.В.Гаврилов. – Петропавловск-Камчатский: холд. комп. "Новая книга", 2010. – 672 с., ил.

32. Gavrilov S.V. "My vse uchilis' ponemnogu...": istoriya morskogo i rybnohozyajstvennogo obrazovaniya na Kamchatke//S.V.Gavrilov. Petropavlovsk-Kamchatskij: hold. komp. "Novaya kniga", 2010. 672 p., il.

33. Распоряжение Совета Министров СССР от 01 марта 1990 года № 306-р «О реорганизации мореходных училищ в высшие профессиональные училища»//КонсультантПлюс

33. Rasporyazhenie Soveta Ministrov SSSR ot 01 marta 1990 goda № 306-r «O reorganizacii morekhodnyh uchilishch v vysshie professional'nye uchilishcha»

34. Приказ Государственного комитета СССР по образованию и Министерства рыбного хозяйства СССР от 02 марта 1990 года № 103 «О реорганизации Мурманского и Владивостокского мореходных училищ в морские колледжи»//КонсультантПлюс

34. Prikaz Gosudarstvennogo komiteta SSSR po obrazovaniyu i Ministerstva rybnogo hozyajstva SSSR ot 02 marta 1990 goda № 103 «O reorganizacii Murmanskogo i Vladivostokskogo morekhodnyh uchilishch v morskije kolledzhi»

35. Приказ Министерства рыбного хозяйства СССР от 28 июня 1991 года № 216 «О реорганизации Калининградского и Клайпедского мореходных училищ»//КонсультантПлюс

35. Prikaz Ministerstva rybnogo hozyajstva SSSR ot 28 iyunya 1991 goda № 216 «O reorganizacii Kaliningradskogo i Klajpedskogo morekhodnyh uchilishch»

36. <https://www.pravda.ru/economics/1297961-fish>

36. <https://www.pravda.ru/economics/1297961-fish>

37. Постановление Государственного Совета СССР от 14.11.1991 года № ГС-13 «Об упразднении министерств и других центральных органов государственного управления СССР»//КонсультантПлюс

37. Postanovlenie Gosudarstvennogo Soveta SSSR ot 14.11.1991 goda № GS-13 «Ob uprazhdenii ministerstv i drugih central'nyh organov gosudarstvennogo upravleniya SSSR»

38. Справочник для поступающих в высшие учебные заведения СССР в 1991 году//Авт.-сост. Г.В. Арсеньев, В.М. Костров. М.: Высшая школа, 1991. 493 с.

38. Spravochnik dlya postupayushchih v vysshie uchebnye zavedeniya SSSR v 1991 godu//Avt.-sost. G.V. Arsen'ev, V.M. Kostrov. M.: Vysshaya shkola, 1991. 493 p.

39. Справочник для поступающих в средние специальные заведения СССР (техникумы, училища, школы) в 1991 году//Авт.-сост. Л.И. Алешина, В.А. Слюсаренко, Т.Б. Горшкова, Л.И. Личина М.: Высшая школа, 1991. 574 с.

39. Spravochnik dlya postupayushchih v srednie special'nye zavedeniya SSSR (tekhnikumy, uchilishcha, shkoly) v 1991 godu//Avt.-sost. L.I. Aleshina, V.A. Slyusarenko, T.B. Gorshkova, L.I. Lichina M.: Vysshaya shkola, 1991. 574 p.

40. Кузнецов Ю.А. Отечественному рыболовству – качественное кадровое обеспечение и инновационный курс//Рыбное хозяйство. № 3. 2008. с.10

40. Kuznecov YU.A. Otechestvennomu rybolovstvu – kachestvennoe kadrovoe obespechenie i innovacionnyj kurs//Rybnoe hozyajstvo. № 3. 2008. p. 10

41. Войтоловский Г.К. Взгляд на системное морепользование: Вхождение в маринистику.- М.: Крафт. 2009. стр.64-65.

41. Vojtolovskij G.K. Vzglyad na sistemnoe morepol'zovanie: Vhozhdenie v marinistiku.- M.: Kraft. 2009. Pp. 64-65.

Анализ состояния экономики и перспектив применения биотехнологии в рыбной отрасли Калининградской области

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-38-50

Д-р техн. наук, профессор
О.Я. Мезенова – заведующая кафедрой пищевой биотехнологии, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»;

д-р экон. наук

А. Хелинг – генеральный директор, Биотехнологическая компания ANiMOX GmbH, ФРГ

д-р хим. наук, профессор

Т. Мерзель – директор научно-исследовательской и консультационной лаборатории UBF GmbH, Алтландсберг, ФРГ;

В.В. Волков – заместитель начальника технопарка;

канд. техн. наук, доцент

Н.Ю. Мезенова – кафедра пищевой биотехнологии,

канд. техн. наук, доцент

С.В. Агафонова – кафедра пищевой биотехнологии;

д-р биол. наук, профессор

В.В. Верхогуров;

д-р биол. наук, профессор

В.И. Саускан – консультант-наставник кафедры ихтиологии и экологии

д-р техн. наук, профессор

Б.А. Альтшуль – кафедра высшей математики

д-р техн. наук, профессор

М.П. Розенштейн – кафедра промышленного рыболовства – ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

д-р техн. наук **М.П. Андреев** – старший научный сотрудник,

руководитель центра технологии переработки водных биологических ресурсов, Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»)

ANALYSIS OF THE ECONOMIC STATE AND PROSPECTS FOR THE BIOTECHNOLOGY APPLICATION IN THE FISH INDUSTRY OF THE KALININGRAD REGION

O Mezenova, Doctor of Sciences, Professor, **V. Volkov**, **N. Mezenova**, PhD, **S. Agafonova**, PhD, **V. Verkhoturov**, Doctor of Sciences, Professor, **V. Sauskan**, Doctor of Sciences, Professor, **B. Altshul**, Doctor of Sciences, Professor, **M. Rosenstein**, Doctor of Sciences, Professor – Kaliningrad State Technical University

A. Hoeling - Biotechnology company ANiMOX GmbH, Germany

T. Moersel - Untersuchungs-, Beratungs-, Forschungslaboratorium GmbH, Germany

M. Andreev - Atlantic branch of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography *mezenova@klgtu.ru; a.hoehling@animox.de; thomas.moersel@ubf-research.com; vladimir.volkov@klgtu.ru; nataliya.mezenova@klgtu.ru; svetlana.agafonova@klgtu.ru; biovervv@mail.ru; sauskan@klgtu.ru; boris.altshul@klgtu.ru; rozenshtein@klgtu.ru; andreev@atlantniro.ru*

This research analyzes the economic indicators of the fishery complex of the Kaliningrad region in recent years. The introduction of modern biotechnological solutions in the fish processing sector is substantiated. At present, the industry focuses on oceanic and coastal fishing, large fish complexes are leading in fish processing. Food product groups are mainly represented by chilled and frozen semi-finished products. Among food fish products, the production of sterilized canned food predominates; in smaller quantities, preserves, salted, smoked, dried and dried fish products are produced. The fish factories practically do not process fish by-products and there is no production of fish meal. To improve the economic performance of the industry, it is promising to use innovative biotechnologies and advanced foreign experience, which allow processing the extracted raw materials with maximum added value. The Strategy for the Development of the Fisheries Industry of the Russian Federation until 2030, adopted in November 2019, outlines the prospects for the development of marine biotechnology in key segments - aquaculture, production of functional and biologically active products, processing of by-products. The article presents the volumes and problems of fish by-products processing accumulating at fish processing enterprises of the region. A complex scheme of biotechnological by-products processing with the production of valuable biologically active substances (proteins, lipids, mineral substances) is proposed. The technology and production line for the production of protein, protein-mineral and lipid preparations from secondary fish raw materials are described. A modular implementation of biotechnology in marine conditions is proposed. The economic calculation from the introduction of innovative biotechnology in the processing of secondary fat-containing fish raw materials is presented.

Ключевые слова:

рыбная отрасль, биотехнология, вторичное рыбное сырье, комплексная переработка, протеины, липиды, минеральные вещества, биологически активные вещества

Keywords:

fish industry, biotechnology, fish by-products, complex processing, proteins, lipids, minerals, biologically active substances

ВВЕДЕНИЕ

Рыбная отрасль занимает особое место в экономике Калининградской области. Рыбохозяйственный комплекс региона является самым молодым в России, его становление началось в 1945 г. с создания Балтгосрыбтреста. С 1949 г. начал промысел сельди в Северном и Норвежском морях. К 1970 г. рыбохозяйственный комплекс области включал в себя рыбодобывающие и рыбоперерабатывающие предприятия, транспортный флот, обслуживающую инфраструктуру, судоремонтные предприятия, заводы по производству промышленной и рыбоперерабатывающей техники, тары, портовое хозяйство, отраслевую науку и учебные заведения для подготовки и переподготовки кадров. Ежегодный вылов рыбы достигал 1 млн тонн. Экономическое развитие Калининградской области с 50-х по 80-е годы практически полностью было связано с рыбной отраслью [<http://docs.cntd.ru/document/460271910>, дата обращения 12.06.2020].

Приоритетное развитие рыбной отрасли в регионе объясняется его географическим положением, близостью к промысловым районам, наличием незамерзающего порта. Рыбный промысел здесь всегда был одним из социально значимых видов деятельности. Прибрежное рыболовство обеспечивало население такими видами рыб как шпрот (килька), балтийская сельдь (салака), треска, судак, лещ, камбала, карась, угорь, корюшка, густера, окунь речной. Более редкие – сиг, сом, рыбец, налим, сазан, жерех, лосось атлантический. С развитием океанического лова видовой состав рыб значительно расширился. Наиболее массовыми объектами лова стали сельдь, скумбрия, ставридовые, сардина, сардинелла, тунец и др. [<https://istok39.ru/rubolovstvo>, дата обращения 22.07.2020].

Водные ресурсы Калининградской области значительны. Они включают 362 реки и канала протяженностью 3400 км, 39 озер, Куршский и Калининградский заливы с площадью 1700 км². Протяженность морской береговой линии составляет 147 км [1; 2].

Вылов рыбы и других водных биологических ресурсов (ВБР) осуществляется сегодня в рыболовной зоне России, которая включает в себя подрайоны Балтийского моря, Калининградский и Куршский заливы, в 200-мильных прибрежных водах зарубежных государств, в открытой части океана и во внутренних водоемах Калининградской области. Сырьевая база водных биоресурсов рыбодобывающих организаций Калининградской области достаточно обширна. Среднегодовой вылов рыбы за последние 5 лет составил 242 тыс. тонн [3; 4; 5; 6].

Важной составляющей рыбохозяйственного комплекса области является перерабатывающая сфера, обеспечивающая население биологически ценными рыбными пищевыми продуктами. Она включает в себя широкую сеть рыбзаводов, на которых в 70-е годы был налажен выпуск пищевой продукции более 1000 наименований, при этом образующиеся рыбные отходы перерабатывались в кормовую продукцию [7; 8]. В настоящее время видовой состав выпускаемой рыбной продукции значительно сузился и на 90% сведен к охлажден-

В работе проводится анализ экономических показателей рыбохозяйственного комплекса Калининградской области за последние годы. Обосновывается внедрение современных биотехнологических решений в рыбоперерабатывающий сектор экономики. В настоящее время отрасль ориентируется на океаническое и прибрежное рыболовство, в рыбопереработке лидируют крупные рыбокомплексы, видовой состав производимой пищевой продукции представлен в основном охлажденными и морожеными полуфабрикатами. Среди пищевых рыбопродуктов преобладает выпуск стерилизованных консервов, в меньших количествах производятся пресервы, соленая, копченая, сушено-вяленая рыбная продукция. На рыбзаводах практически не перерабатывается вторичное рыбное сырье, отсутствует выпуск кормовой рыбной муки. Для повышения экономических показателей отрасли необходимо перспективно использовать инновационные биотехнологии и передовой зарубежный опыт, которые позволяют перерабатывать добываемое сырье с максимальной добавленной стоимостью. В принятой в ноябре 2019 г. «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 года» обозначены перспективы развития морской биотехнологии в ключевых сегментах – аквакультура, производство функциональных и биологически активных продуктов, переработка вторичного сырья. В статье приведены объемы и проблемы переработки рыбных отходов, накапливающихся на рыбоперерабатывающих предприятиях области. Предложена комплексная схема биотехнологической переработки отходов с получением ценных биологически активных веществ (протеинов, липидов, минеральных веществ). Описаны технологии и производственная линия изготовления протеиновых, белково-минеральных и липидных препаратов из вторичного рыбного сырья. Предложен модульный вариант реализации биотехнологии в морских условиях. Приведен экономический расчет внедрения инновационной биотехнологии в переработку вторичного жиросодержащего рыбного сырья.

ным и мороженым полуфабрикатам, т.е. продукции с минимальной обработкой. Из пищевой продукции наибольший удельный вес приходится на стерилизованные консервы. Более трети (около 40%) всей произведенной в России рыбоконсервной продукции приходится именно на нашу область (ежегодный выпуск составляет 170-180 млн условных банок), при этом общая доля пищевой рыбной продукции достигает 10% от общероссийского объема (более 340 тыс. т). Выпускаются пресервы, соленая, копченая, сушено-вяленая рыбная продукция, но при существенном сокращении объемов и ассортимента. Практически исчез выпуск кормовой рыбной муки. Такие изменения в значительной степени – следствие депрессивного состояния рыбной отрасли, начавшегося в 90-е годы [9; 10; 11].

Сегодня рыбохозяйственный комплекс остается важной частью экономики Калининградской области, он дает рабочие места практически 20 тыс.

Таблица 1. Основные объекты промысла ВБР в период с 2015 по 2019 года, показатели прироста вылова рыбы по видам / **Table 1.** The main fish catch objects in the period from 2015 to 2019, indicators of the increase in fish catch by species

Виды добываемых рыб	Относительный прирост, %	Абсолютный прирост, тонны
Всего улов рыбы, в том числе:	113,0	29390,8
Сельдь	180,6%	13518,2
Килька	133,6%	7327,8
Салака	107,7%	879,7
Угорь	178,7%	3,7
Зубатка	113,5%	8,9
Скумбрия	108,4%	5807,2
Окунь морской (клювач)	118,1%	2754,4
Ставридовые	2818,8%	3518,1
Камбала	123,7%	217,5
Палтус	77,6%	-94,1
Тресковые	103,1%	2399,9
Судак	81,2%	-86,9
Лещ	107,9%	100,1
Щука	144,0 %	4
Сиговые	286,7%	2,8
Прочая рыба	207,2%	2194,5

человек, что составляет 1% занятых в организациях области. По удельному весу занятых в рыбной отрасли и удельному вылову Калининградская область превосходит показатели по СЗФО и России. На протяжении последних четырех-пяти лет положение в отрасли по добыче рыбы и выпуску пищевой продукции стабилизировалось, при этом обеспечивается ежегодное увеличение по вылову на 11-14%, по выпуску товарно-пищевой продукции – на 10-12%, при этом около 90% переработанной рыбной продукции отправляется на внутренний рынок России [1; 3-6].

Целью исследования является анализ экономического состояния рыбной отрасли в Калининградской области за последние пять лет и обоснование перспектив внедрения в рыбоперерабатывающую сферу прогрессивных биотехнологических разработок.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

Рыбохозяйственный комплекс региона сегодня является одной из его основных промышленных отраслей, обладает 60 единицами рыболовных судов, приписанных к рыбному порту. Наибольшие объемы вылова водных биоресурсов за период с 2015 по 2019 гг. приходились на ООО «Морская звезда», ЗАО «Вестрыбфлот», РПК АО «Рыбфлот – ФОР», АО «АТ-ЛАНТРЫБФЛОТ», СПК «Рыболовецкий колхоз «За Родину», РПК АО ФОР, ООО «Запморфлот». Из более 100 организаций инфраструктуры 72% занимаются добычей и обработкой рыбы, 5% – машиностроением и судоремонтом, 4,6% – приемкой и транспортировкой рыбопродукции, 4% – научными исследованиями и 14,4% – обслуживанием судов, охраной и воспроизводством рыбных ресурсов, подготовкой специалистов и другими сферами [1; 6].

В период с 2015 по 2019 годы общий вылов рыбы с каждым годом, за исключением 2016 г., увеличился относительно предыдущего. Основные объекты промысла и объемы вылова, прирост и сокращение вылова по сравнению с 2015 г. приведены в таблице 1. Из данных таблицы 1 следует, что средний прирост добычи рыбных биоресурсов за 5 лет составил 29,4 тыс. т или 13,0% [4-6].

Таким образом, вылов за последние годы был увеличен по сельди, кильке, морскому окуню, скумбрии, тресковым рыбам и сокращен по палтусу и судаку.

Наибольшую долю добытой рыбы занимает вылов в открытой части океана. Улов рыбы и добыча других водных биоресурсов в целом выросли с 205,2 тыс. т в 2015 г. до 256,0 тыс. т в 2019 году. При этом увеличился улов рыбы в открытой части океана – на 27,7%, в 200-мильных прибрежных водах зарубежных государств – на 0,32%. Снизился улов рыбы в рыболовной зоне России – на 3,55% и во внутренних водоемах – на 1,47% [4-6].

В 2019 г. в Калининградской области переработкой рыбы занимались более 60 предприятий, организаций и индивидуальных предпринимателей. Объем произведенной за 2019 г. рыбной продукции по типам предприятий распределился следующим образом: крупные и средние предприятия – 85,8%; малые (включая микропредприятия) – 11,0%; индивидуальные предприниматели – 3,2%. Доля рыбной продукции, произведенной в 2019 г. малыми предприятиями и индивидуальными предпринимателями, по сравнению с 2018 г., снизилась на 2,0% и 3,0%, соответственно. Напротив, удельный вес крупных и средних предприятий в производстве рыбной продукции в 2019 г. относительно 2018 г. увеличился на 5,0% и составил 85,8% [1; 6].

Основные рыбоперерабатывающие предприятия региона: ООО «РосКон», Рыбокомбинат «ГК «За Родину», ОАО «Балтийский консервный завод», ОАО «Калининградский тарный комбинат», ООО «Консервный комбинат Тильзит», ОАО «Мамоновский рыбоконсервный комбинат», ОАО «Полесский рыбоконсервный завод», ООО «Барс», ООО «Навага», ООО «Фортуна-БК», ООО «Вичюнай – Русь», ООО «Группа компаний «Атлантис», ООО «Креон», ООО «Амикс-фиш», ЗАО «РПК «Рыбфлот-фор», ООО «Балтийская гильдия», ООО Рыбная компания «Октопус», ООО «Морская звезда», ОАО КРК «Запрыба», ООО «Посейдон 2000» РК «Корат» и др. [Сайт информационного агентства REGNUM. URL: <http://regnum.ru>; дата обращения 19.06.2020]. Их перечисленных предприятий 11 крупных рыбокомплексов (ГК «За Родину», ООО «РосКон», ОАО «Калининградский тарный комбинат», РК «Корат» и др.) специализируются на выпуске стерилизованных консервов. Ряд предприятий (ООО «Вичюнай-Русь», ООО «Посейдон 2000») ориентированы на широкий ассортимент кулинарной продукции из рыбы и морепродуктов. Малые и средние предприятия (ООО «Навага», ООО «Креон», ООО «Посейдон 200» и др.) предпочитают выпускать продукцию, не требующую высокотехнологичного оборудования (охлажденные и мороженые полуфабрикаты, пресервы, соленая рыба). Общий объем произведенной в регионе пищевой рыбной продукции за последние 5 лет приведен в таблице 2 [4-6].

Из данной таблицы 2 следует, что в Калининградской области за последние годы в общем объеме произведенной рыбопродукции устойчиво преобладает производство консервов, охлажденной и мороженой рыбы. Резко (в 22-23 раза), начиная с 2017 г., выросло производство филе, печени, икры и молок рыбы в свежем и охлажденном виде. При этом доля соленой, копченой рыбы, кулинарной и икорной продукции и пресервов имеет тенденцию к снижению. Данный факт можно объяснить, как стратегическим назначением консервной продукции, так и потребительскими предпочтениями, выражающимися в стремлении покупателей самостоятельно изготавливать рыбную продукцию в домашних условиях более экономичным способом [11; 12].

«Визитной» карточкой рыбной продукции региона являются стерилизованные консервы, изготавливаемые в широком ассортименте (табл. 3).

Из данных таблиц 2 и 3 следует, что производство рыбы, переработанных и консервированных рыбных продуктов за 5 последних лет снизилось на 2,9% или на 10,6 тыс. тонн. Основными направлениями переработки рыбы являются производство филетированной рыбы, печени, икры и молок рыбы в свежем, охлажденном и мороженом виде. Выпуск продукции этой группы за 5 лет увеличился в 22,6 раза. По остальным позициям пищевого производства наблюдается спад, наиболее значительно упал выпуск пресервов (на 82,7%). В производстве консервов лидирует группа продукции в масле, несколько уступает выпуск консервов в томатном сое и натуральных.

Следует отметить, что за последние 5 лет производственные мощности рыбохозяйственного комплекса региона использовались недостаточно. Так, мощности добывающих предприятий и организаций по производству рыбы мороженой максимально были загружены на 47,1% в 2018 г., а предприятий по выпуску консервов использовались на 62,7%, пресервов – на 35,0% (в 2016 г.).

Среди предприятий рыбохозяйственного комплекса наибольший уровень загрузки мощности показали АО «АтлантРыбФлот», ООО «Балтийский консервный завод» и ООО РК «За Родину» [4-6].

Анализ экспортно-импортных поставок рыбопродукции в Калининградской области показывает, что за последние 5 лет в среднем на 19,5% упали объемы вывозимой рыбной продукции, хотя в денежном выражении они остаются приблизительно на одном уровне. При этом в течение этих 5 лет отмечается неравномерность поставок. Наибольшие объемы рыбной продукции вывозились в Северо-Западный федеральный округ (максимально 88,3% в 2017 г.). По вывозу рыбных консервов среди регионов РФ доминировал Центральный федеральный округ (максимально 85,2% в 2016 г.). Основными странами, импортирующими в Россию рыбную продукцию, являются Индия, Эквадор, Вьетнам, Китай. Основными странами для экспортных поставок являются Нидерланды, Беларусь, Германия, Казахстан [4-6].

Таблица 2. Производство отдельных видов рыбной продукции в 2015-2019 годах, тыс. тонн / **Table 2.** Production of certain types of fish products in 2015-2019, thousand tons

Вид рыбной продукции	2015	2016	2017	2018	2019
Рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные	363,0	341,5	369,7	370,9	352,3
Филе рыбное, мясо рыбы прочее, печень, икра и молоки рыбы свежие и охлажденные	9,6	9,7	232,6	229,0	217,2
Рыба мороженая, печень, икра и молоко рыбы мороженое	197,1	182,7	231,6	228,1	216,1
Филе рыбное мороженое	0,18	0,37	0,69	0,77	0,87
Сельдь мороженая	19,0	18,5	33,0	22,3	30,2
Рыба соленая	1,2	0,9	2,5	1,9	1,0
Рыба копченая	1,5	1,2	1,3	1,1	1,2
Продукты из рыбы (кулинарные изделия)	45,5	47,5	51,6	52,4	51,1
Икра	0,75	0,51	0,23	0,11	0,83

Современное состояние рыбной отрасли в регионе обеспечивает, по официальным данным, потребление рыбы и рыбопродуктов в 2015-2019 годах в среднем 16-17 кг на человека, что не достигает норматива, определенного в 70-е годы (20 кг/чел.) [4-6]. При этом среднедушевое потребление по России, по данным ФАР, составило в эти же годы 22,1 и 21,7 кг/чел, а плановые цифры на 2020-2021 годы увеличены до 22,2 и 22,4 кг/чел. [Федеральное агентство по рыболовству URL:<http://zbtu39.ru>, дата обращения 19.06.2020]. Приведенные показатели свидетельствуют о росте активности российских рыбопереработчиков, о смещении пищевых производств от мест лова к местам потребления, а также о некотором падении покупательской способности у людей [13-16]. За последние 5 лет расходы на рыбные продукты питания увеличились в среднем на 35,5 руб. в месяц на одного человека, что связано, прежде всего, с ежегодным увеличением цен на рыбу [1].

Принятие Целевой программы «Развитие прибрежного рыболовства в Калининградской области на 2013-2020 гг.» и государственной программы Калининградской области «Развитие рыбохозяйственного комплекса до 2020 года» позволило несколько повысить экономические показатели рыбопромышленного комплекса региона. В рамках программы на развитие отрасли было выделено 336 млн руб., что способствовало росту объемов вылова в Балтийском море, Куршском и Калининградском заливах, повышению выпуска переработанной продукции из таких малорентабельных объектов, как европейский шпрот (килька) и балтийская сельдь (салака) [programma_razvitiya_rybohozyajstvennogo_kompleksa_v_red_31_07_2017.pdf, дата обращения 23.06.2020].

В настоящее время лидером в прибрежном лове и одним из лучших производителей рыбной продукции с полным технологическим циклом является старейший рыбокомбинат региона, основанный в 1947 г., Рыбокомбинат «ГК «За Родину», получивший в рамках программы больше 25 млн рублей. За счет этих средств на площадке производственной базы был открыт цех сортировки и заморозки рыбы, установлено новое холодильное оборудование на 1500 т рыбы в сутки, произведена модернизация трех судов. Годовой объем добычи водных биоресурсов составляет более 17 тыс. т (40% от годового объема вылова калининградскими организациями), производится более 30 млн банок консервов из балтийской кильки. В настоящее время планируется строительство нового комплекса по выработке консервов премиум-класса «Шпроты в масле» с комплексной переработкой образующегося вторичного сырья. Производство полностью осваивает выделенные квоты на добычу салаки, кильки и располагает достаточной материальной и производственной базой, позволяющей одновременно вести промысел рыбы и переработку улова по полному технологическому циклу [<http://www.zarodiny.ru>; дата обращения 18.06.2020].

ПРОБЛЕМЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Рыбная отрасль – достаточно эффективный и перспективный сектор экономики нашего регио-

на, имеющий, однако, слабые стороны. Основными проблемами, оказывающими определенное воздействие на функционирование отрасли в современных экономических условиях, являются [7-10]:

- высокий уровень затрат на производство продукции, что связано с трудоёмкостью производственного процесса, а также рисками, обусловленными природными особенностями, влияющими на процессы лова, сохранности и доставки рыбы и рыбной продукции. Кроме того, в условиях современного роста цен на топливо и приближения их к мировому уровню, вылов рыбы в удаленных местах становится практически невыгодным;

- недостаточная финансовая поддержка развития отрасли, поскольку затраты на вылов, переработку и транспортировку рыбной продукции не покрываются в полной мере; следствием этого является старение флота (средств не хватает не только на строительство новых судов, но и на ремонт старых; окупаемость судов варьируется в зависимости от объема вылова рыбы от 6 до 8 лет);

- проблемы экологии, поскольку выбросы с судов, промышленные отходы, последствия аварий и подобные причины влекут негативные воздействия на экосистему водоёмов, следствием чего является уменьшение запасов промысловых рыб; особенно подорваны запасы тресковых видов рыб [17].

Первым шагом к решению накопившихся проблем явилась разработка региональной целевой программы «Развитие прибрежного рыболовства в Калининградской области на 2013-2020 годы». Ее стратегическая задача – рациональное освоение выделенных сырьевых ресурсов, прежде всего, на модернизацию флота и развитие береговой инфраструктуры для рыбопереработки [<http://docs.cntd.ru/document/469729151>; дата обращения 16.06.2020].

В 2020 г. в рыбохозяйственном комплексе наблюдается уменьшение доли малого бизнеса и индивидуальных предпринимателей, вносящих мобильность в рыбный бизнес. По данным Калининградстата, на 1 апреля 2020 г. только 1088 индивидуальных предпринимателей были заняты в рыболовстве и рыбоводстве, что составляет всего 3,3% всех ИП, при снижении доли производимой продукции до 96,6% относительно 2019 года [6].

В настоящее время наблюдается увеличение квот на вылов в Калининградской области. При этом инфраструктура рыбоперерабатывающего сектора, в части приемки и первичной обработки рыбы (замораживанию), уже справляется. Для повышения экономических показателей отрасли необходимо перерабатывать добываемое сырье с максимальной добавленной стоимостью. В данном вопросе целесообразно использовать потенциал российских (в том числе, калининградских) и зарубежных ученых в области инновационных технологий и современные биотехнологий [18-22].

Задачи подъема экономики рыбной отрасли поставлены в «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 года» («Стратегия-2030»), утвержденной распоряжением Правительства РФ от 26 ноября 2019 года №2798-р [<http://government.ru/docs/38448/>, дата обра-

Таблица 3. Производство рыбных консервов в Калининградской области в 2015-2019 годах, млн условных банок [3-6] / **Table 3.** Production of canned fish in the Kaliningrad region in 2015-2019, million nominal cans [3-6]

Вид рыбных консервов	2014	2015	2016	2017	2018
Все виды консервов	183,7	209,2	176,6	175,6	180,5
Консервы рыбные натуральные	36,6	40,4	35,3	29,5	30,9
Консервы рыбные в томатном соусе	47,7	56,7	48,6	45,1	52,1
Консервы рыбные в масле	92,4	105,8	84,0	96,7	93,3
Консервы рыбоовощные	32,7	38,9	53,03	33,5	35,4
Консервы из печени трески	15,3	15,9	17,5	69,7	62,2
Прочие консервы	-	-	15,70	25,4	35,8

Таблица 4. Сводный прогноз привлечения инвестиций в рыбохозяйственный комплекс России на период до 2030 года (млрд руб.) в «Стратегии-2030» [<http://government.ru/docs/38448/> дата обращения 2.07.2020] / **Table 4.** Consolidated forecast of attracting investments in the fishery complex of Russia for the period up to 2030 (billion rubles) in the "Strategy-2030" [<http://government.ru/docs/38448/> date of access 2.07.2020]

Наименование комплексных проектов	2017 - 2020	2021 - 2025	2026 - 2030	Итого
2017 - 2030	183,7	209,2	176,6	175,6
1 "Новая тресковая индустрия"	161	105	74	340
2 "Морские биотехнологии"	67	35	16	118
3 "Пищевая пелагика"	27	5	2	34
4 "Лососеводство"	55	21	4	80
5 "Ценные морепродукты"	20	21	-	41
Общий объем привлекаемых инвестиций	330	187	96	613

щения 25.06.2020]. Представленный в «Стратегии-2030» анализ показывает, что в целом в нашей стране с 2015 по 2019 годы структура производства рыбопродукции остается на уровне 65% от потенциала, что свидетельствует о низкой степени переработки уловов и отсутствии инноваций; около 90% пищевой продукции приходится на производство мороженой разделанной и неразделанной продукции (с низкой добавленной стоимостью); доля продукции промышленного (технического) назначения в общем объеме производства составляет менее 1%. «Стратегия-2030» направлена на обеспечение динамичного развития рыбохозяйственного комплекса, обновление производственных фондов, уход от сырьевой направленности экспорта путём стимулирования производства продукции с высокой долей добавленной стоимости, создание благоприятных условий для ведения бизнеса и привлечения инвестиций в отрасль [<http://government.ru/docs/38448/>; дата обращения 26.06.2020].

Основным политическим фактором «Стратегии-2030» является доктрина продовольственной безопасности, стратегическая цель которой – обеспечение населения страны безопасной рыбной и иной продукцией из водных биоресурсов и продовольствием. При этом удельный вес отечественной рыбной продукции в общем объеме товаров внутреннего рынка должен быть не менее 80%.

Повышение рациональных норм потребления пищевых продуктов (РНП) и одновременно рост выпуска продукции с высокой долей добавленной стоимости могут быть достигнуты при глубокой

переработке рыбы и морепродуктов, на основе принципов биотехнологии, учитывающих биопотенциал сырья. Применение научно обоснованных методов биотехнологии в переработке сырья позволит расширить ассортимент выпускаемой пищевой продукции повышенной биологической ценности, повысить уровень продовольственной безопасности страны за счет здорового питания.

В целях реализации государственной политики в области здорового питания развитие рыбоперерабатывающего комплекса Калининградской области будет способствовать сохранению и укреплению здоровья населения, профилактике заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием. Глубокая переработка сырья и отходов рыбоперерабатывающей отрасли позволит создать дополнительные рабочие места в регионе, а также расширить ассортимент пищевых продуктов (в том числе – лечебно-профилактических) отечественного производства, отвечающего современным требованиям качества и безопасности.

Значительный неиспользуемый резерв рыбоперерабатывающего сектора отрасли находится во вторичном рыбном сырье, которое богато ценными биологически активными веществами [18; 19]. На основе данного сырья биотехнологическими приемами и экологически чистыми методами возможно комплексно и безотходно получать целый спектр ценных протеиновых, жировых, минеральных и комбинированных продуктов, востребованных в пищевой, кормовой, фармацевтической, технической и других отраслях промышленности [20-22].

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

«Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 года» предусматривает комплексную интенсификацию всех его сфер. В данном документе запланировано к 2030 г. увеличение валовой добавленной стоимости рыбных товаров за счёт нескольких факторов, в том числе – за счёт глубокой переработки сырья с получением дополнительной продукции. В целом по стране имеется потенциал по увеличению общего количества рабочих мест в рыбохозяйственном комплексе на 24,5 тысяч, росту производительности труда в 1,4 раза по сравнению с 2018 годом. Первоочередными задачами рыбной отрасли являются внедрение национальной системы экологической сертификации добытых водных биологических ресурсов и произведённой из них рыбной и иной продукции [<http://government.ru/docs/38448/>; дата обращения 10.06.2020].

Перспективные точки роста рыбохозяйственного комплекса обусловлены позитивными тенденциями на глобальных рынках потребления (восприятие рыбы в качестве здорового и полезного источника белка, развитие сегмента функциональных продуктов и биологически активных добавок (БАД), в частности Омега-3 жирных кислот (ЖК). Согласно прогнозам Всемирного банка, в период до 2030 г. наиболее быстрорастущим сегментом будет аквакультура, а также средства производства аквакультуры и жировых Омега-3 продуктов. Особый потенциал отрасли связан с переработкой вторичного сырья и субпродуктов.

Для перехода рыбной отрасли на новый экономический уровень в «Стратегии-2030» планируется обновить производственные фонды, уйти от сырьевой направленности экспорта, путем стимулирования производства продукции с высокой долей добавленной стоимости, создать благоприятные условия для ведения бизнеса и привлечения инвестиций в отрасль по пяти комплексным проектам (табл. 4).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОРСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Наибольшее внимание в «Стратегии-2030» по развитию рыбохозяйственного комплекса уделено комплексному проекту «Морские биотехнологии».

В его рамках для Северо-Западного федерального округа, в который входит Калининградская область, запланирован рост производства рыбных кормов для аквакультуры и биологически активных продуктов (жиров рыб, препаратов омега 3 ЖК) для продовольственной безопасности [<http://government.ru/docs/38448/>; дата обращения 11.06.2020].

Развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище является важным направлением, которое реализуется в рамках «Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года» («Биотехнология-2020»), в которой морской биотехнологии отводится важная роль в формировании отечественной биоэкономики. [<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70068244/>; дата обращения 11.05.2020].

Морская биотехнология представляет собой симбиоз биологических, химических и инженерных решений, направленных на развитие фундаментально-прикладных сфер экономики в рыбной отрасли. Она также предусматривает научно обоснованное комплексное использование биопотенциала водных биологических ресурсов [18; 19]. Значение морской биотехнологии обусловлено генетическим разнообразием и уникальным химическим составом гидробионтов. Незаменимо их использование в пищевой индустрии, как источников энергии, пластических и биологически активных веществ (БАВ). Именно БАВы морского происхождения обеспечивают высокую жизнестойкость водных биоресурсов, отсутствие в них опасных для человека вирусов, высокие функциональные свойства. Отечественные водные биоресурсы характеризуются природной возобновляемостью и ресурсной достаточностью. В рамках «Биотехнологии-2020» по направлению морской биотехнологии в РФ предусмотрено создание сети аквабиоцентров и разработка соответствующих специализированных кормов с повышенным уровнем протеина, липидов и витаминов, а также глубокая переработка сырья с применением современных биотехнологических методов, способных обеспечить эффективное получение

Таблица 5. Количество произведенной стерилизованной рыбной продукции в Калининградской области в 2017-2019 годах и объемы образующихся рыбных отходов от разделки рыбы, тыс. тонн [4-6] / **Table 5.** The amount of sterilized fish products produced in the Kaliningrad region in 2017-2019 and the amount of fish waste generated from fish cutting, thousand tons [4-6]

Год	Произведено продукции	Объем образующихся отходов
	Рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные	при производстве товарной рыбы и продуктов рыбных переработанных и консервированных (в среднем 35 % от массы сырья)
2017	369,7	174,7
2018	370,9	175,5
2019	352,3	166,5

пищевых ингредиентов и продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Названные в программных документах аспекты развития морской биотехнологии с успехом развиваются в зарубежной практике, актуальны для экономики Калининградского региона и тесно взаимосвязаны в реализации.

Сырьевая направленность экспорта рыбной продукции в России диктует необходимость разработки и внедрение в сельское хозяйство и пищевую промышленность инновационных технологий, включая био- и нанотехнологии. Очевидно, что биоэкономика, основанная на применении биотехнологий, использующих возобновляемое биологическое сырье, способствует повышению энергоэффективности, рациональному использованию ресурсов и отходов, развитию возобновляемой энергетики на основе биомассы, экологизации производства, импортозамещению и появлению новых продуктов питания.

По данным авторских исследований, на рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области ежедневно скапливается 10-12 т вторичной рыбной массы, образующихся в результате разделки рыбы. Это головы, хребты, чешуя, плавники и другие непившие части рыбы (отходы от разделки), составляющие от 5 до 50% массы всего сырья, направляемого в обработку. Названные сырьевые ресурсы содержат почти 2 т ценного протеина, 1,1 т липидов с незаменимыми полиненасыщенными жирными кислотами, 500-600 кг минеральных веществ в биоорганической форме (прежде всего, кальций и фосфор). Этот ценный природный биопотенциал в настоящее время не извлекается и практически не используется. В лучшем случае отходы от разделки рыбы отпускаются на зверофермы, но в основном они реализуются по бросовой цене первичным потребителям, либо утилизируются разными методами, в том числе запрещенными. Особенно проблематично использование отходов у производителей шпротных видов консервов («Шпроты в масле», «Паштет шпротный» и др.), использующих кильку и салаку горячего копчения. Данные виды консервов, признанные «визитной карточкой» рыбоконсервной отрасли Калининградского региона, выпускают 13 рыбокомбинатов, при этом ежедневно на них накапливается 4-5 т копченых рыбных голов. Копченое вторичное сырье утилизируется как твердые бытовые отходы, поскольку его нельзя направлять на кормовые нужды, при этом наносится ущерб экологии региона [20-22].

Проблема вторичного рыбного сырья сегодня особенно актуальна в Калининградском регионе, поскольку здесь развито консервное производство, дающее наибольшее количество рыбных отходов (20-50% массы сырья). Из данных таблицы 5 [Федеральное агентство по рыболовству URL:<http://zbtu39.ru/>; дата обращения 9.06.2020], рассчитанных на основе показателей выпуска консервов в регионе (табл. 2), видно, что в нашей области ежегодно образуется свыше 100 тыс. т рыбных отходов, что уступает лишь Дальнему Востоку.

Рыбное вторичное сырье (головы, кости, чешуя, плавники) относится к ценному белково-липидно-

минеральному ресурсу. Основным белком в нем является коллаген (10-25% массы), при этом содержание жира и минеральных веществ может достигать 20-30% массы. Такое сырье – потенциальный ресурс для изготовления пищевых и кормовых добавок, в том числе для аквакультуры. Однако при использовании данного сырья следует помнить, что коллаген и минеральные вещества трудно усваиваются без предварительной глубокой переработки. Поэтому рыбное минерализованное коллагенсодержащее сырье рационально глубоко фракционировать биотехнологическими методами с получением гидролизатов, содержащих низкомолекулярные пептиды повышенной усвояемости [21-28].

В Калининградском государственном техническом университете (ФГБОУ ВО «КГТУ») совместно с биотехнологическими организациями Германии (ANiMOX, UBF) разработаны биотехнологии глубокой переработки вторичного рыбного сырья с получением ценных протеиновых, липидных, минеральных и комбинированных добавок, применение которых возможно для кормовых, пищевых, фармацевтических и технических целей [29-30]. Ценный химический состав и безопасность полученных продуктов обеспечиваются параметрами биотехнологии. Это позволяет использовать полученные продукты в составе функциональных и специализированных кормовых и пищевых изделий (корма для аквакультуры, продукты для спортивного, геродиетического питания) [19-22; 30; 31; 32].

Потенциал вторичного рыбного сырья, проблемы и планы его современного использования на некоторых перерабатывающих предприятиях Калининградской области представлены в таблице 6.

Из данных таблицы 6 следует, что рыбоперерабатывающие предприятия Калининградской области имеют существенные массовые накопления вторичного рыбного сырья, которые обуславливают острую необходимость в технологии его переработки с получением востребованных продуктов и дополнительной прибыли.

Ученые ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» за последние годы разработали ряд инновационных биотехнологий переработки рыбных отходов с получением биологически ценных продуктов. Обоснован способ получения из голов судака, трески и других рыб Балтийского моря биодобавок хондропотеркторного и остеотропного действия [31], способы получения белковой пищевой добавки из чешуи, кожи и костей [32-37], композиция для десертных и закусок из рыбных отходов [38], способ получения биодобавок для спортивного питания на основе пептидов чешуи рыб [39], способ изготовления пищевых добавок и снеков из рыбных хребтов [40].

Особый интерес представляют биотехнологии получения жиросодержащих биопродуктов. Отходы, образующиеся при разделке рыбы, содержат значительное количество ценного жира, богатого ПНЖК и ЖК омега-3 [31]. Данные жирные кислоты, в частности, эйкозапентаеновая и докозагексаеновая (ЭПК и ДГК), играют важную роль в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, которые,

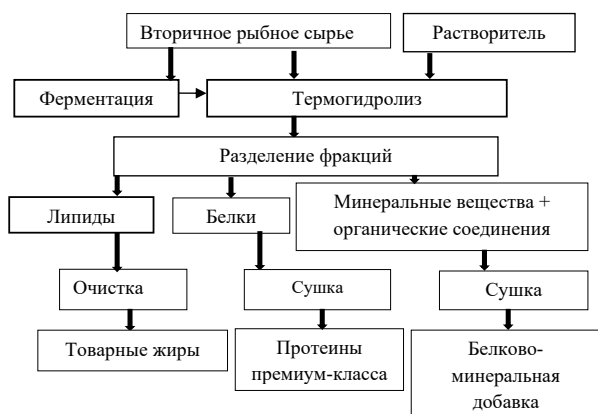


Рисунок 1. Комплексная схема переработки вторичного рыбного сырья с использованием методов биотехнологии

Figure 1. A comprehensive scheme for processing secondary fish raw materials using biotechnology methods

по данным Всемирной Организации Здравоохранения, являются самыми распространенными заболеваниями населения Земли и основными причинами смертности людей. Особенно остро проблема сердечно-сосудистых заболеваний встает в России, где смертность по данной причине составляет 57% от общей смертности населения.

В Калининградском регионе перспективным сырьем для получения ценного рыбьего жира и биопродуктов на его основе являются отходы от разделки судака, леща, салаки, лососевых. Содержание липидов в данном сырье составляет 26,3-85%. Исследования показали, что выход жира из отходов от разделки судака составил 35%, семги – 4%. Выделенный жир имеет характерный оранжевый цвет, высокие показатели качества [22; 30]. Из полученного жира в КГТУ, разработанными инновацион-

ными методами биотехнологии, были изготовлены концентраты полиненасыщенных жирных кислот, содержащие до 20% ЭПК и ДГК

Действенным способом по увеличению производства и, соответственно, потребления недостающих полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), биологически активных добавок, минеральных композиций, активных низкомолекулярных пептидов, функциональных и специализированных продуктов на рыбной основе в питании населения может стать развитие и продвижение этой группы продуктов в рамках отдельной государственной программы [41-46].

КОМПЛЕКСНЫЕ BIOTECHNOLOGIES PERERABOTKI VTOICHNOGO RYBNOGO SYRYA

Россия ставит перед собой амбициозные, но достижимые цели долгосрочного развития, заключающиеся в обеспечении высокого уровня благосостояния населения и закреплении геополитической роли государства, как одного из лидеров, определяющих мировую политическую повестку дня. Единственным возможным способом достижения этих целей является переход экономики на инновационную социально ориентированную модель развития.

Распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 года N 2227-р были утверждены Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы, сформирован план мероприятий по развитию сектора исследований и разработок, формированию инновационной инфраструктуры, а также по модернизации экономики на основе технологических инноваций.

Калининградский государственный технический университет – инновационный вуз, который совместно с биотехнологическими фирмами ANIMOХ и UBF (Германия, Берлин) разработал комплексную биотехнологию переработки вторичного

Таблица 6. Характеристика вторичного рыбного сырья, образующегося на рыбоперерабатывающих предприятиях Калининградской области, проблемы в использовании / **Table 6.** Characteristics of secondary fish raw materials formed at fish processing enterprises of the Kaliningrad region, problems in use

No	Предприятие	Основные виды сырья	Вторичное рыбное сырье				Проблемы
			Характеристика	Кол-во	Способы хранения	Что делается	
1	ОАО «Тарный комбинат»	Скумбрия, сардина, сардинелла, килька, тунец, кальмар	Головы, хвостовые плавники, внутренности	Около 30 тонн в месяц	В охлаждаемом помещении	Продают «дешево» на кормовые цели	Рыбные отходы с чешуей не реализуются
2	ООО РК «Октопус»	Скумбрия, сельдь, семга, кальмар, минтай, сайда, сайра, путассу	Головы, внутренние органы, плавники, кожа, соленые отходы	Около 10 тонн в месяц	Хранение в охлажденном помещении	Реализация частным предпринимателям	Проблемы с реализацией жирных отходов, которые быстро окисляются
3	Рыбокомбинат «За Родину»	Килька, салака, треска, лещ, скумбрия, сельдь, семга, кальмар, минтай, сайда, сайра, путассу	Головы, в том числе копченой кильки и салаки, плавники, хребты	Около 400 тонн в месяц	Хранение в охлажденном помещении	Утилизация копченых голов кильки, реализация частным предпринимателям	Копченые головы кильки не реализуются.

Таблица 7. Показатели качества жира, полученного из жировой ткани (ожирков) судака и срезов мышечной ткани семги / **Table 7.** Indicators of the quality of fat obtained from adipose tissue (obesity) of pike perch and cuts of muscle tissue of salmon

Вторичное рыбное сырье	Показатели качества			
	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	Йодное число, %	Число омыления, мг КОН/г
Ожирки судака	3,6	10,5	105,7	256,3
Обрезь филе семги	0,5	3,6	151,1	192,4

рыбного сырья на основе высокотемпературного гидролиза (рис. 1). Модельная установка реализации данной биотехнологии представлена на рисунке 2. Биотехнология позволяет получать из любого по химическому составу сырья ценные рыбные жиры, сублимированные протеины и белково-минеральные добавки. Эти продукты можно отнести к изделиям премиум-класса, они имеют высокую добавленную стоимость и могут быть использованы в пищевом, кормовом, фармацевтическом и медицинском производствах. Особую биологическую ценность представляют низкомолекулярные водорастворимые протеины, которые составляют от 80% массы протеинового продукта, имеют заданную молекулярную массу (от 5 до 100 кДа). Не менее ценным продуктом биотехнологии являются рыбные липидные фракции, которые содержат более 50% ПНЖК с массовой долей омега-3 ЖК более 20% [22; 29; 30; 47].

Экономические расчеты, выполненные на примере переработки по традиционной и разработанной схеме (рис. 1) жиросодержащего вторичного рыбного сырья (голов нерки с содержанием жира 28%) показали безусловные финансовые преимущества последней. Так, из 1 т рыбных голов, содержащих 339 кг сухих веществ, можно изготовить по традиционной технологии 200 кг рыбной кормовой муки и 50 кг жира, получив в виде доходов 16500 рублей. При использовании инновационной биотехнологии из 1 т данного сырья можно получить 185 кг продуктов премиум-класса (55 кг протеинового гидролизата с содержанием протеина 80-85%, 130 кг жира с содержанием омега-3 ЖК 25%) и 140 кг кормовой рыбной муки с содержанием белка 50%, кальция и фосфора – 30%). В данном случае доходы от реализации продуктов переработки возрастают до 99800 рублей с 1 т отходов. Таким образом, экономический потенциал комплексной переработки вторичного рыбного сырья и получения доходов, при использовании методов биотехнологии, возрастают на 500%.

На основе результатов исследований ученых КГТУ разработан проект цеха по комплексной переработке рыбных отходов производительностью 1,5-2 т сырья в сутки, что соответствует среднему количеству вторичного рыбного сырья, накапливающегося на ведущих консервных заводах региона (РПК «За Родину», ООО «РосКон»). Предложен также проект судового варианта установки мощностью 50 т/сут, которая позволяет в морских условиях перерабатывать рыбные отходы, прилов, некондиционную рыбу. При финансировании 480 млн руб. про-

ект реализуется в течение 2 лет и окупается за 3,1 года. Предложено пилотное решение судовой установки в виде отдельного специализированного модуля, рационального для установки на небольших судах и рассчитанного на 1 т отходов в сутки. Этот модуль может быть размещен автономно в 40-футовом конвейере, что компактно, удобно, безопасно и обеспечивает экологичность производства. Проектная стоимость данной модульной установки – 26 млн руб. [48].

Таким образом, внедрение в рыбную отрасль Калининградского региона инновационных биотехнологических решений позволит поднять ры-



Рисунок 2. Модельная установка для комплексной переработки вторичного рыбного сырья

Figure 2. Model plant for complex processing of secondary fish raw materials

бохозяйственный комплекс на новый уровень экономического развития, расширить ассортимент выпускаемой продукции высокой добавленной стоимости (биологически активных компонентов, специализированного и функционального питания, кормовых компонентов для аквакультуры и сельскохозяйственных животных). Следствием таких решений будет получение дополнительной прибыли предприятиями и отчислений в региональный бюджет, создание дополнительных рабочих мест в регионе, выход рыбной отрасли на международный рынок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рыбная отрасль Калининградской области – достаточно эффективный и перспективный сектор экономики нашего региона, в котором за 2015-2019 годы наблюдалась относительная стабилизация. Основные показатели РХК за этот период:

- общий вылов рыбы увеличивался с каждым годом, за исключением 2016 г., по сравнению с предыдущим годом; среднегодовой прирост добычи рыбы за 5 лет составил 29,4 тыс. т или 13%;

- наибольшее количество рыбы добывается в открытой части океана;

- производство пищевой рыбной продукции за 5 лет снизилось в среднем на 3%, при этом значительно сократилось производство пресервов (на 82,7%);

- производственные мощности предприятий и организаций рыбохозяйственного комплекса использовались недостаточно;

- имеет место спад вывоза рыбной продукции за пределы Калининградской области на 19,5%; экспорт и импорт рыбы и рыбной продукции остается приблизительно на одном уровне в денежном выражении;

- среднедушевое потребление рыбы и рыбной продукции у жителей Калининградской области остается на уровне 16-17 кг, что ниже научно обоснованной нормы;

- основные проблемы рыбохозяйственного комплекса связаны с высоким уровнем затрат производственного процесса, недостаточным финансированием и экологией.

Решение некоторых обозначенных проблем и вывод экономики на новый уровень развития видится во внедрении прогрессивных инновационных биотехнологических решений, прежде всего, в рыбоперерабатывающий сектор, что позволит комплексно использовать биопотенциал водных биологических ресурсов, создать новые рабочие места и получать продукты с добавленной стоимостью.

Предложена научно обоснованная биотехнологическая схема и проектная линия глубокой гидролизной переработки вторичного рыбного сырья, накапливающегося ежегодно на предприятиях области в количествах свыше 100 тыс. тонн. Разработки позволят не только решать имеющиеся экологические проблемы, но и выпускать биологически ценную продукцию премиум-класса протеинового, липидного, минерального и комплексного состава, предназначенную для пищевых, кормовых, фармацевтических и технических целей. Использование биотехнологического принципа глубокого фрак-

ционирования вторичного сырья на действующих рыбоперерабатывающих предприятиях будет основой для прогрессивного производства специализированной и функциональной пищевой продукции, кормов для аквакультуры, животноводства и птицеводства. В итоге рыбная отрасль получит дополнительные доходы в условиях дефицита сырья, будут созданы дополнительные рабочие места, повысится обеспеченность населения биологически ценными компонентами морского происхождения.

Развитие рыбоперерабатывающего сектора в регионе на основе морской биотехнологии соответствует обозначенным принципам стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 г. и способствует созданию биоэкономики, направленной на решение социально значимых региональных проблем.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Калининградская область в цифрах. 2020: Краткий статистический сборник / Калининградстат-Калининград, 2020. 142 с.

1. Kaliningradskaya oblast' v cifrah. 2020: Kratkij statisticheskij sbornik / Калининградстат-Калининград, 2020. 142 p.

2. Малова М. Н. Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области: настоящее и будущее / М. Н. Малова. // Молодой ученый. – 2014. № 7.1 (66.1). С. 55-57.

2. Malova M. N. Rybohozyajstvennyj kompleks Kaliningradskoj oblasti: nastoyashchee i budushchee / M. N. Malova. // Molodoy uchenyj. – 2014. № 7.1 (66.1). Pp. 55-57.

3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области: Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области. – Калининград. 2017. С. 6-8, 10-16.

3. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Kaliningradskoj oblasti: Rybohozyajstvennyj kompleks Kaliningradskoj oblasti. – Калининград. 2017. Pp. 6-8, 10-16.

4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области: Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области. – Калининград. 2018. С. 7-14, 17.

4. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Kaliningradskoj oblasti: Rybohozyajstvennyj kompleks Kaliningradskoj oblasti. – Калининград. 2018. Pp. 7-14, 17.

5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области: Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области. – Калининград. 2019. С. 8-13, 16.

5. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Kaliningradskoj oblasti: Rybohozyajstvennyj kompleks Kaliningradskoj oblasti. – Калининград. 2019. Pp. 8-13, 16.

6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области: Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области. – Калининград. 2020. С. 7-15, 17.

6. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Kaliningradskoj oblasti: Rybohozyajstvennyj kompleks Kaliningradskoj oblasti. – Калининград. 2020. Pp. 7-15, 17.

7. Ильичева Т.Х., Побегайло М.Г. Перспективы развития рыбохозяйственного комплекса Калининградской области // Вестник Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России. Издательство: Калининградский филиал Санкт-Петербургского университета МВД России (Калининград), 2015, № 2 (40). С. 134-137. ISSN: 2227-7226

7. Il'icheva T.H., Pobegajlo M.G. Perspektivy razvitiya rybohozyajstvennogo kompleksa Kaliningradskoj oblasti // Vestnik Kaliningradskogo filiala Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii. Izdatel'stvo: Kaliningradskij filial Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii (Kalininograd), 2015, № 2 (40). Pp. 134-137. ISSN: 2227-7226

8. Козырева И.В. Щерба Т.А. Оценка состояния рыбоперерабатывающей отрасли РХК Калининградской области // Вестник молодежной науки. – 2017. № 1. [Электронный ресурс]. – http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2017/05/Kozireva-8.pdf. eISSN: 2541-8254

8. Kozyreva I.V., SHCHerba T.A. Ocenka sostoyaniya rybopereobrabatvyvayushchej otrasli RHK Kaliningradskoj oblasti // Vestnik molodezhnoj nauki. – 2017. № 1. [Web resource]. – <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2017/05/Kozireva-8.pdf>. eISSN: 2541-8254
9. О состоянии рыбохозяйственного комплекса Калининградской области в 2012 году: аналитическая записка. – Калининград: Калининградстат. 2013. 30 с.
9. О состоянии рыбохозяйственного комплекса Калининградской области в 2012 году: аналитическая записка. – Калининград: Калининградстат. 2013. 30 с.
10. Теплицкий В.А. Условия развития рыбохозяйственного комплекса Калининградской области в среднесрочной перспективе / В.А. Теплицкий, А.Г. Мнацакян, А.В. Иванов // Финансы и кредит. – 2012. № 13. С. 42-47.
10. Теплицкий В.А. Usloviya razvitiya rybohozyajstvennogo kompleksa Kaliningradskoj oblasti v srednesrochnoj perspektive / V.A. Teplickij, A.G. Mnacakanyan, A.V. Ivanov // Finansy i kredit. – 2012. № 13. P. 42-47.
11. Бородавкина Н.Ю. Состояние и особенности развития рынка рыбоконсервной продукции России и Калининградской области / Н. Ю. Бородавкина, Ю. О. Тулупова. // Молодой ученый. 2015. № 10.2 (90.2). С. 26-28.
11. Borodavkina N.YU. Sostoyanie i osobennosti razvitiya rynka rybokonservnoj produkcii Rossii i Kaliningradskoj oblasti / N. YU. Borodavkina, YU. O. Tulupova. // Molodoy uchenyj. 2015. № 10.2 (90.2). P. 26-28.
12. Колчанова А.Н. Особенности развития рыбопромышленной отрасли в Калининградской области, влияние таможенной политики и таможенного регулирования / А. Н. Колчанова, А. И. Харитоненко, Е. И. Шабалина. // Вопросы экономики и управления. – 2016. № 3.1 (5.1). С. 6-11.
12. Kolchanova A.N. Osobennosti razvitiya rybopromyshlennoj otrasli v Kaliningradskoj oblasti, vliyaniye tamozhennoj politiki i tamozhennogo regulirovaniya / A. N. Kolchanova, A. I. Haritonenko, E. I. Shabalina. // Voprosy ekonomiki i upravleniya. – 2016. № 3.1 (5.1). P. 6-11.
13. Клещевский Ю. Н., Николаева М. А., Рязанова О. А. Современное состояние и перспективы развития рынка рыбы и рыбных товаров в России // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2017. №3. С. 34-41.
13. Kleshchevskij YU. N., Nikolaeva M. A., Ryazanova O. A. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya rynka ryby i rybnih tovarov v Rossii // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskie, sociologicheskie i ekonomicheskie nauki. – 2017. №3. P. 34-41.
14. Венямина Л.Е. Особенности функционирования рыбной промышленности как структурообразующей отрасли экономики региона. // Власть и управление на Востоке России. – 2011. №1. С. 34-39.
14. Venyaminova L.E. Osobennosti funkcionirovaniya rybnoj promyshlennosti kak strukturoobrazuyushchej otrasli ekonomiki regiona. // Vlast' i upravlenie na Vostoke Rossii. – 2011. №1. P. 34-39.
15. Романова А.С., Тихонов С.Л. Анализ рынка рыбы и рыбной продукции // Аграрный вестник Урала. – 2015. №1 (131). С. 80-85.
15. Romanova A.S., Tihonov S.L. Analiz rynka ryby i rybnoj produkcii // Agrarnyj vestnik Urala. – 2015. №1 (131). Pp. 80-85.
16. Неуймин Д.С. Современное состояние и особенности развития рынка рыбы и рыбной продукции. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. №1. С. 122-129.
16. Neujmin D.S. Sovremennoe sostoyanie i osobennosti razvitiya rynka ryby i rybnoj produkcii. // Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2017. №1. Pp. 122-129.
17. Картамышева Е.С. Основные экологические проблемы Северо-Запада России / Е.С. Картамышева, Д.С. Иванченко. // Молодой ученый. – 2017. № 25 (159). С. 110-113.
17. Kartamyшева E.S. Osnovnye ekologicheskie problemy Severo-Zapada Rossii / E.S. Kartamyшева, D.S. Ivanchenko. // Molodoy uchenyj. – 2017. № 25 (159). Pp. 110-113.
18. Мезенова О.Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учебник / под ред. О. Я. Мезеновой. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. 416 с.
18. Mezenova O.YA. Biotekhnologiya racional'nogo ispol'zovaniya gidrobiontov: uchebnik / pod red. O. YA. Mezenovoj. - SPb.: Izdatel'stvo «Lan'», 2013. 416 p.
19. Мезенова О.Я., Андреев М.П., Эрлихман В.Н., Фатыхов Ю.А., Байдалинова Л.С., Ключко Н.Ю., Шендерюк В.И. Развитие морской биотехнологии в Калининградском регионе / Рыбное хозяйство. 2012. № 2. С. 106-101.
19. Mezenova O.YA., Andreev M.P., Erlihman V.N., Fatyhov YU.A., Bajdalina L.S., Klyuchko N.YU., SHenderyuk V.I. Razvitie morskoy biotekhnologii v Kaliningradskom regione / Rybnoye hozyajstvo. 2012. № 2. S. 106-101.
20. Мезенова О.Я., Андреев М.П., Эрлихман В.Н., Фатыхов Ю.А., Байдалинова Л.С., Ключко Н.Ю., Шендерюк В.И. Развитие морской биотехнологии в Калининградском регионе / Рыбное хозяйство. 2012. № 2. С. 106-101.
20. Mezenova O.YA., Andreev M.P., Erlihman V.N., Fatyhov YU.A., Bajdalina L.S., Klyuchko N.YU., SHenderyuk V.I. Razvitie morskoy biotekhnologii v Kaliningradskom regione / Rybnoye hozyajstvo. 2012. № 2. Pp. 106-101.
21. Мезенова О.Я. Биотехнология комплексной переработки вторичного сырья копильных производств // Известия вузов. Пищевая технология. 2019. № 2-3 (368-369). С. 68-71.
21. Mezenova O.YA. Biotekhnologiya kompleksnoj pererabotki vtorichnogo syr'ya koptil'nyh proizvodstv // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2019. № 2-3 (368-369). Pp. 68-71.
22. Мезенова О.Я., Волков В.В., Т.Мерзель, Т.Гримм, С.Кюн, А.Хелинг, Мезенова Н.Ю. Сравнительная оценка способов гидролиза коллагенсодержащего рыбного сырья при получении пептидов и исследование их аминокислотной сбалансированности // Известия вузов. Прикладная химия биотехнология. Том 8. №4. 2018. С. 83-94.
22. Mezenova O.YA., Volkov V.V., T.Merzel', T.Grimm, S.Kyun, A.Heling, Mezenova N.YU. Sravnitel'naya ocenka sposobov gidroliza kollagensoderzhashchego rybnogo syr'ya pri poluchenii peptidov i issledovanie ih aminokislотноj sbalansirovannosti // Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya biotekhnologiya. Tom 8. №4. 2018. S. 83-94.
23. Мезенова О.Я., Волков В.В., Т.Мерзель, Т.Гримм, С.Кюн, А.Хелинг, Мезенова Н.Ю. Сравнительная оценка способов гидролиза коллагенсодержащего рыбного сырья при получении пептидов и исследование их аминокислотной сбалансированности // Известия вузов. Прикладная химия биотехнология. Том 8. №4. 2018. С. 83-94.
23. Mezenova O.YA., Volkov V.V., T.Merzel', T.Grimm, S.Kyun, A.Heling, Mezenova N.YU. Sravnitel'naya ocenka sposobov gidroliza kollagensoderzhashchego rybnogo syr'ya pri poluchenii peptidov i issledovanie ih aminokislотноj sbalansirovannosti // Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya biotekhnologiya. V. 8. №4. 2018. Pp. 83-94.
24. Мезенова Н.Ю., Агафонова С.В., Мезенова О.Я., Байдалинова Л.С., Волков В.В. Ферментативная модификация побочного мясокостного коллагенсодержащего сырья при его переработке. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020;10(2):314-324. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-314-324>
24. Mezenova N.YU., Agafonova S.V., Mezenova O.YA., Bajdalina L.S., Volkov V.V. Fermentativnaya modifikatsiya pobochnogo myasokostnogo kollagensoderzhashchego syr'ya pri ego pererabotke. Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. 2020;10(2):314-324. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-314-324>
25. Щёктова А.В., Хамагаева И. С., Цыренов В.Ж., Дарбакова Н.В., Хазагаева С.Н. Исследование процессов биотехнологической обработки коллагенсодержащего сырья для создания функциональных продуктов питания // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Том 9. N 2. С. 250-259 DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-2-250-259.
25. Shchokotova A.V., Hamagaeva I. S., Cyrenov V.ZH., Darbakova N.V., Hazagaeva S.N. Issledovanie processov biotekhnologicheskoy obrabotki kollagensoderzhashchego syr'ya dlya sozdaniya funktsional'nyh produktov pitaniya // Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. 2019. Tom 9. N 2. S. 250-259 DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-2-250-259.
26. Мезенова О.Я., Волков В.В., Мезенова О.Я., Байдалинова Л.С., Агафонова С.В., Мезенова О.Я., Волков В.В. Ферментативная модификация побочного мясокостного коллагенсодержащего сырья при его переработке. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020;10(2):314-324. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-314-324>
26. Mezenova O.YA., Volkov V.V., Mezenova O.YA., Bajdalina L.S., Agafonova S.V., Mezenova O.YA., Volkov V.V. Fermentativnaya modifikatsiya pobochnogo myasokostnogo kollagensoderzhashchego syr'ya pri ego pererabotke. Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. 2020;10(2):314-324. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2020-10-2-314-324>
27. Щёктова А.В., Хамагаева И. С., Цыренов В.Ж., Дарбакова Н.В., Хазагаева С.Н. Исследование процессов биотехнологической обработки коллагенсодержащего сырья для создания функциональных продуктов питания // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Том 9. N 2. С. 250-259 DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-2-250-259.
27. Shchokotova A.V., Hamagaeva I. S., Cyrenov V.ZH., Darbakova N.V., Hazagaeva S.N. Issledovanie processov biotekhnologicheskoy obrabotki kollagensoderzhashchego syr'ya dlya sozdaniya funktsional'nyh produktov pitaniya // Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. 2019. Tom 9. N 2. S. 250-259 DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-2-250-259.
28. Глотова И.А., Литовкин А.Н. Проблемы и перспективы переработки вторичных продуктов убоя птицы // Технологии и товарооборот сельскохоззяйственной продукции. 2013. N 1. С. 7-12.
28. Glotova I.A., Litovkin A.N. Problemy i perspektivy pererabotki vtorichnyh produktov uboya pticy // Tekhnologii i tovarovedeniye sel'skohozyajstvennoj produkcii. 2013. Issue 1. Pp. 7-12.
29. Литовкин А.Н., Глотова И.А., Кривцова О.Ю. Вторичные продукты убоя птицы как сырьё для функциональных препаратов животных белков // Современные наукоёмкие технологии. 2014. N 5-1. С. 189.
29. Litovkin A.N., Glotova I.A., Krivcova O.YU. Vtorichnye produkty uboya pticy kak syr'yo dlya funktsional'nyh preparatov zhiivotnyh belkov // Sovremennye naukoymkie tekhnologii. 2014. Issue 5-1. Pp. 189.
30. Глотова И.А., Галочкина Н.А., Болтыхов Ю.В. Функциональные коллагенсодержащие субстанции на основе вторичных продуктов животноводства // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. N 4 (328). С. 16-19.
30. Glotova I.A., Galochkina N.A., Boltyhov YU.V. Funktsional'nye kollagensoderzhashchie substancii na osnove vtorichnyh produktov zhiivotnovodstva // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. 2012. N 4 (328). S. 16-19.
31. Глотова И.А., Галочкина Н.А., Болтыхов Ю.В. Функциональные коллагенсодержащие субстанции на основе вторичных продуктов животноводства // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. N 4 (328). С. 16-19.
31. Glotova I.A., Galochkina N.A., Boltyhov YU.V. Funktsional'nye kollagensoderzhashchie substancii na osnove vtorichnyh produktov zhiivotnovodstva // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. 2012. Issue 4 (328). Pp. 16-19.
32. Глотова И.А., Рязских В.И., Галочкина Н.А., Макаркина Е.Н., Галочкин М.Н. Получение функциональных дисперсных систем на основе коллагеновых белков: формализованный подход к описанию

- тепло-массообменных процессов // *Фундаментальные исследования*. 2012. N 11-20. С. 383-388.
27. Glotova I.A., Ryazhskikh V.I., Galochkina N.A., Makarkina E.N., Galochkin M.N. Poluchenie funktsional'nykh dispersnykh sistem na osnove kollagenovykh belkov: formalizovannyj podhod k opisaniyu teplo-massobmennyykh processov // *Fundamental'nye issledovaniya*. 2012. Issue 11-20. Pp. 383-388.
28. Глотова И.А., Литовкин А.Н. Переработка голов и ног птицы с получением пищевых модулей // *Мясная индустрия*. 2016. N 6. С. 48-50.
28. Glotova I.A., Litovkin A.N. Pererabotka golov i nog pticy s polucheniem pishchevykh modulej // *Myasnaya industriya*. 2016. Issue 6. Pp. 48-50.
29. Мезенова О.Я., Волков В.В., Мерзель Т., Гримм Т., Кюн С., Хелинг А., Мезенова Н. Ю. Сравнительная оценка способов гидролиза коллагенсодержащего рыбного сырья при получении пептидов и исследование их аминокислотной сбалансированности // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2018. Том 8. №4. С. 83-94. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-4-83-94.
29. Mezenova O.YA., Volkov V.V., Merzel' T., Grimm T., Kyn S., Heling A., Mezenova N. YU. Sravnitel'naya ocenka sposobov gidroliza kollagensoderzhashchego rybnogo syr'ya pri poluchenii peptidov i issledovanie ih aminokislотноj sbalansirovannosti // *Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya*. 2018. V. 8. №4. Pp. 83-94. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-4-83-94.
30. Мезенова О.Я., Хелинг А., Мерзель Т. Биопотенциал вторичного рыбного сырья // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2018. N 1. С. 11-18.
30. Mezenova O.YA., Heling A., Merzel' T. Biopotencial vtorichnogo rybnogo syr'ya // *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2018. Issue 1. Pp. 11-18.
31. Мезенова О.Я., Землякова Е.С. Патент РФ 2355240, 2009. Способ получения пищевого препарата хондропротекторного действия.
31. Mezenova, O.Ya., Zemlyakova, E.S. Patent RF no. 2355240. 2009. A method for producing a food preparation of chondroprotective action (in Russ.).
32. Степанцова Г.Е., Воробьев В.И. Патент РФ № 2241347, 2004. Способ получения пищевой добавки.
32. Stepanctsova, G.E., Vorobev, V.I. Patent RF no. 2241347. 2004. A method of obtaining a food additive (in Russ.).
33. Мезенова О.Я., Агафонова С.В., Байдалинова Л.С., Гордниченко Л.В., Волков В.В., Мезенова Н.Ю., Гримм Т., Хелинг А. Патент РФ 2681352, 2019. Способ получения пищевых добавок из вторичного рыбного сырья с применением гидролиза.
33. Mezenova O.Ya., Agafonova SV, Baydalinova LS, Gorodnichenko LV, Volkov VV, Mezenova N.Yu. , T. Grimm, A. Hoeling, 2019. Patent RF no 2681352. Method for producing food additives from secondary fish raw materials using hydrolysis (in Russ.).
34. Фатыхов Ю.А., Суслов А.Э., Мажаров А.В. Способ получения пищевой добавки из рыбной кости. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2010.
34. Fatykhov YU.A., Suslov A.E., Mazharov A.V. Sposob polucheniya pishchevoj dobavki iz rybnoy kosti. Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevykh proizvodstv», 2010.
35. Иванова Е.Е., Квасенков О.И., Лисовой В.В., Мажаров А.В., Суслов А.Э., Фатыхов Ю.А. Патент РФ №2432781, 2010. Способ получения пищевой добавки из отходов переработки рыбы.
35. Ivanova, E.E., Kvasenkov, O.I., Lisovoy V.V., Mazharov, A.V., Suslov, A.E., Fatykhov Yu.A. Patent RF no. 2432781 2010. A method of obtaining a food additive from fish processing waste (in Russ.).
36. Иванова Е.Е., Квасенков О.И., Лисовой В.В., Мажаров А.В., Суслов А.Э., Фатыхов Ю.А. Патент №2434536, 2010. Способ производства пищевой добавки из отходов переработки рыбы.
36. Ivanova, E.E., Kvasenkov, O.I., Lisovoy, V.V., Mazharov, A.V., Suslov, A.E., Fatykhov, Yu.A. 2010. Patent RF no. 2434536. Method for the production of food additives from fish processing waste. (in Russ.).
37. Журавская-Скалова Д.В., Иванова Е.Е., Квасенков О.И., Лисовой В.В., Мажаров А.В., Суслов А.Э., Фатыхов Ю.А. Патент РФ 2432782, 2010. Способ выработки пищевой добавки из отходов переработки рыбы
37. Zhuravskaya-Skalova, D.V., Ivanova, E.E., Kvasenkov, O.I., Lisovoy, V.V., Mazharov, A.V., Suslov, A.E., Fatykhov, Yu.A. 2010. Patent RF no. 2432782. Method for the production of food additives from fish processing waste. (in Russ.).
38. Мезенова О.Я., Матковская М.В. Патент РФ 2535755. 2014. Композиция для приготовления функционального желеинового продукта и способ его получения.
38. Mezenova, O.Ya., Matkovskaya, M.V. Patent RF no. 2535755. 2014. Composition for the preparation of a functional jelly product and method for its preparation. (in Russ.).
39. Мезенова Н.Ю., Байдалинова Л.С., Мезенова О.Я. Патент РФ № 2552444. 2015. Композиция продукта с биологически активными свойствами.
39. Mezenova, N.Yu., Baydalinova, L.S., Mezenova, O.Ya. 2015. Patent RF no. 2552444. Product composition with biologically active properties.
40. Мезенова О. Я., Потапова В. А. Патент РФ 2594533, 2016. Способ получения функционального рыборастворительного продукта.
40. Mezenova, O. Ya., Potapova, VA. 2016 Patent RF 2594533. A method of obtaining a functional fish-growing product. (in Russ.).
41. Cheng L. and et al. Study on Prescription and Technology for Producing Calcium-rich Chewable Tablets Using Carp Bone. *Journal of Tianjin Agricultural University*. 2013, Is. 2, pp. 25-36.
41. Cheng L. and et al. Study on Prescription and Technology for Producing Calcium-rich Chewable Tablets Using Carp Bone. *Journal of Tianjin Agricultural University*. 2013, Is. 2, Pp. 25-36.
42. Курчаева Е.Е., Артемов Е.С., Глотова И.А., Тертычная Т.Н., Калашникова С.В., Ходыкина О.И. Инновационные подходы к созданию продуктов питания функциональной направленности // *Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции*. 2015. N 1. С. 65-71.
42. Kurchaeva, E.E., Artemov, E.S., Glotova, I.A., Tertychnaya, T.N., Kalashnikova, S.V., Khodykina, O.I. Innovative approaches to the creation of functional food products. 2015. *Tekhnologii i tovarovedeniye sel'skokhozyaystvennoy produktsii*. [Technologies and commodity science of agricultural products], no. 1, pp. 65-71. DOI: (In Russ.)
43. Selection of modes of poultry waste conversion into biofertilizers / O. Babich, S. Sukhikh, A. Prosekov, E. Ulrikh, A. Lukin // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018. V. 10(7), pp. 1768-1771. <http://www.jpsr.pharmainfo.in/Documents/Volumes/vol10Issue07/jpsr10071834.pdf>.
44. Upgrading experimental technological lines for obtaining Bio-Fertilizers from Poultry Biowaste / L.S. Dyshlyuk, S.Y. Noskova, L.K. Asyakina, O.O. Babich // *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017. V.12(23), pp..6732-6740.
45. Methods of production and purification of biologically active peptides / L. Asyakina, O. Babich, V. Dolganuk, S. Suhikh // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. V.7(4). P. 2415-2422 (Scopus, Web of science). Available at: [https://www.rjpbcs.com/pdf/2016_7\(4\)/\[306\].pdf](https://www.rjpbcs.com/pdf/2016_7(4)/[306].pdf).
46. Functional properties of the enzyme-modified protein from oat bran / A. Prosekov, O. Babich, O. Kriger, S. Ivanova, V. Pavsky, S. Sukhikh, Y. Yang, E. Kashirskih // *Food Bioscience*. 2018. V.24. P. 46-49 (Scopus, Web of science). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.05.003>. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-4-83-94.
47. Мезенова О.Я. Перспективы получения и использования протеинов из вторичного рыбного сырья // *Вестник международной академии холода*. 2018. N 1. С. 5-10. DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-1-5-10
47. Mezenova O.YA. Perspektivy polucheniya i ispol'zovaniya proteinov iz vtorichnogo rybnogo syr'ya // *Vestnik mezhdunarodnoj akademii holoda*. 2018. Issue 1. Pp. 5-10. DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-1-5-10
48. Перспективные направления переработки вторичного сырья животного и растительного происхождения с применением гидролиза / Мезенова О.Я., Волков В.В., Хелинг А., Гримм Т. // *Материалы VI Международного Балтийского морского форума, 3-6 сентября 2018 г., Т. 4, «Пищевая и морская биотехнология», VII Межд. научно-практическая конференция, Электронное издание. С.24-31.*
48. Perspektivnyye napravleniya pererabotki vtorichnogo syr'ya zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya s primeneniem gidroliza / Mezenova O.YA., Volkov V.V., Helling A., Grimm T. // *Materialy VI Mezhdunarodnogo Baltijskogo morskogo foruma, 3-6 sentyabrya 2018 g., V. 4, «Pishchevaya i morskaya biotekhnologiya», VII Mezhd. nauchno-prakticheskaya konferenciya, Electronic resource. Pp. 24-31.*



Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

Международно-правовые вопросы Целей устойчивого развития по сохранению морских экосистем в контексте рыболовства (ЦУР-14)

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-51-57

Заслуженный деятель науки РФ, д-р юрид. наук, профессор **К.А. Бекашев** – советник Руководителя Росрыболовства, главный научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО»;
д-р юрид. наук, профессор **Д.К. Бекашев** – Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО МИД России)

@ profbek@mail.ru;
dambek@yandex.ru

Ключевые слова:

Цели устойчивого развития, международное право, сохранение морских экосистем, морские живые ресурсы, рыболовство, Российская Федерация

Keywords:

Sustainable Development Goals, international law, conservation of marine ecosystems, marine living resources, fisheries, Russian Federation

INTERNATIONAL LEGAL ISSUES OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS ON THE CONSERVATION OF MARINE ECOSYSTEMS IN THE CONTEXT OF FISHERIES

Bekyashev K.A., Doctor of Sciences, Professor - adviser to the Head of the Federal Agency for Fisheries, profbek@mail.ru;

Bekyashev D.K., Doctor of Sciences, Professor – Moscow State Institute of International Relations, dambek@yandex.ru

The article deals with the concept, content and legal consolidation of the term “sustainable use of marine living resources”. The article analyzes the norms of universal, regional and bilateral international treaties that consolidate and disclose this term. The norms of the national legislation of states are considered. Special attention is paid to the main provisions of Goal 14 of the Sustainable Development Goals, with an emphasis on those related to the conservation of marine living resources. The law-making activity of the Russian Federation on the implementation of Goal 14 is considered. Recommendations for improving the legislation of the Russian Federation, aimed at achieving the Goal are developed.

ПОНЯТИЕ, ЗНАЧЕНИЕ И ПРАВОВОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТЕРМИНА «УСТОЙЧИВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ ЖИВЫХ РЕСУРСОВ»

Термин «устойчивость» применительно к рыболовству возник относительно недавно. Он является производным от разработанного ранее определения «устойчивое развитие», которое было дано в 1987 г. Комиссией, возглавляемой Премьер-министром Норвегии Г.Х. Брунтланд, в докладе «Наше общее будущее». Так, под «устойчивым развитием» понима-

ется такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

Следует отметить, что в настоящее время ООН, ФАО и региональными организациями по управлению рыболовством принцип устойчивого использования морских живых ресурсов признается в качестве одного из основополагающих положений при управлении рыболовством. В целом он состоит из трех компонентов:

а) биологического (в частности, сохранение запасов морских живых ресурсов, поддержание биоразнообразия и охрана морских экосистем);

б) социального (обеспечение справедливого распределения ресурсов, занятости в отрасли рыболовства);

в) экономического (рост доходов и производительности труда).

Человечество пользуется целым рядом экосистемных услуг Мирового океана, которые играют исключительно важную роль в каждой из составляющих устойчивого развития либо напрямую, либо воздействуя на услуги в других секторах [1].

Ущерб, наносимый морской среде в результате загрязнения, истощительной эксплуатации морских ресурсов, привнесения инвазивных видов-вселенцев, подкисления океана и последствий изменения климата, а также – в результате физического изменения и разрушения морских местообитаний, отрицательно сказывается на производстве важных экосистемных услуг и, соответственно, на перспективах устойчивого развития. Например, сбои в производстве морских экосистемных услуг, вызванные изменением климата и подкислением Мирового океана, серьезно скажутся на экономике прибрежных районов [2].

На международном универсальном уровне были приняты международные договоры, в которых закрепляются те или иные аспекты устойчивого использования морских живых ресурсов.

В частности, Конвенция ООН по морскому праву 1982 г. в части V и разделе 2 части VII закрепила правовые рамки сохранения морских живых ресурсов, управления ими и их устойчивого использования в исключительных экономических зонах, континентальном шельфе и в открытом море. В исключительных экономических зонах прибрежные государства обязаны обеспечивать безопасность живых ресурсов в результате чрезмерной эксплуатации, с учетом имеющихся у них наиболее достоверных научных данных, в целях оптимального использования таких ресурсов. В открытом море ведущие промысел государства также должны принимать меры по сохранению живых ресурсов в отношении судов, плавающих под их флагом, на основе имеющихся у них наиболее достоверных научных данных и сотрудничать друг с другом в сохранении таких ресурсов и управлении ими. Меры по сохранению должны быть направлены на поддержание или восстановление популяций вылавливаемых видов на уровнях или до уровней, при которых может быть обеспечен максимальный устойчивый вылов, определяемый с учетом соответствующих экологических и экономических факторов.

В Соглашении об осуществлении положений Конвенции ООН по морскому праву от 10 декабря 1982 года, которые касаются сохранения трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими (1995 г.) предусмотрено, в качестве основной цели, обеспечение долгосрочного сохранения и устойчивого использования трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб. Для достижения этой цели Соглашение предписывает применять осторожный

В статье рассмотрены понятие, содержание и правовое закрепление термина «устойчивое использование морских живых ресурсов». Проанализированы нормы универсальных, региональных и двусторонних международных договоров, закрепляющих и раскрывающих данный термин. Рассмотрены нормы национального законодательства государств. Особое внимание уделено основным положениям Цели 14 (ЦУР-14) с упором на те, которые касаются сохранения морских живых ресурсов. Отдельно рассмотрена правотворческая деятельность Российской Федерации по выполнению Цели 14. Разработаны рекомендации по совершенствованию законодательства Российской Федерации, направленные на достижение поставленной Цели.

и экосистемный подходы к сохранению этих двух видов запасов и управлению ими.

В статье 5 Соглашения 1995 г. предусмотрено, что государства-участники принимают меры к тому, чтобы обеспечить долгосрочную устойчивость трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и содействовать цели их оптимального использования. Кроме того, они принимают меры к предотвращению или устранению чрезмерной эксплуатации и избыточного рыбопромыслового потенциала и к обеспечению того, чтобы интенсивность промыслового усилия не превосходила уровень, соизмеримых с устойчивым использованием рыбных ресурсов. По словам председателя Конференции ООН по трансграничным и далеко мигрирующим видам рыб (на которой была разработано данное Соглашение) С. Нандан, коллективный интерес международного сообщества состоит в принятии во внимание и обеспечении устойчивого использования живых ресурсов открытого моря [3].

Соглашение ФАО по обеспечению выполнения рыболовными судами в открытом море международных мер по сохранению и управлению 1993 г. предусматривает обязанности государства флага по обеспечению соблюдения рыболовными судами, плавающими под его флагом, международных мер по сохранению и управлению живыми морскими ресурсами.

Конвенция о биологическом разнообразии 1992 г. содержит термин «устойчивое использование», которое означает использование компонентов биологического разнообразия таким образом и такими темпами, которые не приводят в долгосрочной перспективе истощения биологического разнообразия, тем самым сохраняя его способность удовлетворять потребности нынешнего и будущих поколений и отвечать их чаяниям. Конвенция призвана также играть роль в поощрении устойчивого рыболовства.

С 2003 г. Генеральная Ассамблея ООН стала уделять пристальное внимание основным проблемам устойчивого использования живых ресурсов в Мировом океане. Рекомендации данного высшего органа ООН оформляются в виде резолюции под названием «Обеспечение устойчивого рыболовства, в том числе за счет реализации Соглашения 1995 года об осуществлении положений Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву от 10 дека-

бря 1982 года, которые касаются сохранения трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими, и связанных с ними документов». Они принимаются без голосования и передачи в главные комитеты Генеральной Ассамблеи ООН. Основная цель резолюций об обеспечении устойчивого рыболовства – устранение тенденции увеличения процента чрезмерно эксплуатируемых, истощенных или восстанавливающихся запасов требует совершенствования руководства рыболовством и расширенного сотрудничества между существующими и формирующимися рыбохозяйственными органами. В этой связи следует особо отметить тенденцию возрастания роли региональных рыбохозяйственных организаций и договоренностей, как основных, уже существующих, инструментов, посредством которых можно усилить меры по сохранению морских живых ресурсов и управлению ими.

Принцип устойчивого использования морских живых ресурсов нашел свое закрепление также в актах региональных организаций по управлению рыболовством. В своей деятельности они, в целом, придерживаются указанного принципа. Как правило, он учитывается организациями при принятии тех или иных ключевых решений, в частности, при установлении общего допустимого улова, учреждении морских охраняемых районов, оценке запасов и др.

Некоторые региональные организации по управлению рыболовством, созданные до введения в международное право термина «устойчивое развитие», в своих учредительных актах, естественно, не содержат упоминания об устойчивом использовании морских живых ресурсов. Однако акты, принятые ими в дальнейшем, указывают на него.

Подписанные после введения термина «устойчивое развитие» региональные международные договоры по рыболовству, в целом, закрепляют принцип устойчивого использования морских живых ресурсов как одно из основных требований при управлении рыболовством.

В частности, в Соглашении об учреждении Международной комиссии по сохранению тунцов Индийского океана 1993 г. (ИОТК) указано, что достижение целей по сохранению тунца и тунцовых видов, а также их устойчивого и рационального использования в Индийском океане будет достигнуто за счет принятия совместных мер государствами-участниками.

В ст. 4 Соглашения о сохранении и рациональном использовании водных биологических ресурсов Каспийского моря 2014 г. закреплено, что стороны осуществляют сотрудничество на основе ряда принципов, в том числе – устойчивого использования совместных водных биологических ресурсов.

Согласно ст. 2 Конвенции о сохранении промышленных ресурсов в открытом море южной части Тихого океана и управлении ими (2009 г.), одной из целей ее принятия является обеспечение сохранения и долгосрочного устойчивого использования рыбных ресурсов в данном районе Мирового океана.

Конвенция о сохранении и управлении рыбными ресурсами в открытом море северной части Тихого океана (2012 г.) установила, что один из принципов этого международного договора – содействие опти-

мальному использованию и обеспечению долгосрочной устойчивости рыбных ресурсов (ст. 3).

Кроме того, в январе 2016 г. три региональные организации по управлению рыболовством – Региональный механизм по рыболовству в Карибском море (КРФМ), Организация по рыболовству и аквакультуре в Центральной Америке (ОСПЕСКА), Комиссия по рыболовству в Западно-Центральной части Атлантического океана (ВЕКАФК) заключили Меморандум о взаимопонимании, цель которого заключается в усилении регионального сотрудничества по управлению устойчивым рыболовством в Западно-Центральной части Атлантического океана.

В двусторонних договорах Российской Федерации принцип устойчивого использования морских живых ресурсов не получил широкого закрепления. По всей видимости, это связано с тем, что большинство договоров России с другими государствами были заключены до введения в международное право термина «устойчивое использование морских живых ресурсов». Однако прецеденты его включения в тексты договоров уже имеются.

Например, в ст. 1 Соглашения между Правительством Российской Федерации и Европейским Сообществом о сотрудничестве в области рыболовства и сохранения живых морских ресурсов в Балтийском море (2009 г.) закреплен термин «устойчивая эксплуатация», под которым понимается эксплуатация запаса таким образом, чтобы не нанести ущерба будущей эксплуатации этого запаса и не оказать отрицательного воздействия на морские экосистемы. Одной из целей Соглашения является обеспечение тесного сотрудничества между сторонами на основе принципов равенства и взаимной выгоды в целях сохранения, устойчивой эксплуатации любых трансграничных запасов, а также ассоциированных с ними и зависимых от них запасов и управления ими в Балтийском море.

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Боливарианской Республики Венесуэла о сотрудничестве в области рыбного хозяйства (2009 г.) предусматривает, что сотрудничество между сторонами развивается по ряду направлений, включая содействие сохранению, рациональному и устойчивому использованию водных биологических ресурсов и управлению ими.

В некоторых двусторонних договорах Российской Федерации используется термин «рациональное использование живых морских ресурсов». Например, в Соглашении между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Куба о сотрудничестве в области рыбного хозяйства (2009 г.); Соглашении между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Исландия о сотрудничестве в области рыбного хозяйства (2000 г.) и др.

Он означает научно обоснованное использование и необходимость осуществления эффективных мероприятий по воспроизводству и распределению природных ресурсов. По своей сути он шире термина «устойчивое управление морскими живыми ресурсами», поскольку включает в себя, помимо него, также элементы предосторожного и экосистемного подходов.

Принцип устойчивого использования морских живых ресурсов нашел свое отражение в законодательстве ряда ведущих рыболовных государств и актах Европейского союза.

В частности, в 1996 г. в США был принят Закон об устойчивом рыболовстве, являющийся дополнением к Закону Магнусона-Стивенса о сохранении рыбных ресурсов и управления ими (1976 г.).

В ст. 3А Закона об управлении рыболовством Австралии (1991 г.) закреплены принципы экологически устойчивого развития рыболовства.

Закон о морских ресурсах Норвегии (2008 г.) среди принципов регулирования рыболовства предусматривает также устойчивое управление морскими живыми ресурсами. По словам норвежского исследователя Т. Хенриксена, анализ Закона о морских ресурсах четко показывает, что экологические требования стали интегрированным элементом управления живыми морскими ресурсами. При этом цель устойчивого развития находит свое четкое отражение в этом акте [4].

Регламент 1380/2013 Европейского союза, принятый в 2013 г., в качестве одной из основных целей закрепил устойчивое использование морских живых ресурсов. При этом она должна быть достигнута за счет многолетнего подхода к управлению рыболовством, установления в качестве приоритета в различных планах и отражая специфику различных видов промысла.

В отличие от перечисленных выше примеров, в законодательстве Российской Федерации принцип устойчивого использования морских живых ресурсов не закреплен. Он не нашел своего отражения ни в Федеральном законе Российской Федерации «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ, ни в других законодательных актах. В то же время очевидно, что Россия стремится применять этот принцип при управлении рыболовством.

Таким образом, устойчивое использование морских живых ресурсов представляет собой один из основополагающих международно-правовых принципов управления рыболовством на современном этапе. Он нашел свое закрепление в международных договорах универсального, регионального, двустороннего характера, а также – в международных рекомендательных актах. Закрепление этого принципа в международных договорах подразумевает четкие и конкретные международные обязательства государств при управлении рыболовством. Нормативное содержание этого принципа заключается в том, что государства при управлении рыболовством должны принимать такие меры, которые обеспечивают долгосрочную устойчивость морских живых ресурсов, предотвращают или устраняют их чрезмерную эксплуатацию и истощение, сохраняют способность удовлетворять потребности в них нынешнего и будущих поколений.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕЛИ 14 ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (ЦУР-14)

На 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН 25 сентября 2015 г. была принята Резолюция «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области

устойчивого развития на период до 2030 года», которая включает в себя 17 целей, 169 целевых задач и 230 показателей.

Принятые до 2030 года, ЦУР направлены на решение сложных проблем, перед которыми стоит человечество: ликвидация нищеты, голода и недоедания; реагирование на изменение климата при одновременном достижении инклюзивного роста и осуществлении рационального управления природными ресурсами.

ЦУР сочетает в себе три направления устойчивого развития – экономический рост, социальную интеграцию и охрану окружающей среды, которые взаимосвязаны и неделимы.

Цели в области устойчивого развития являются своеобразным призывом к действию, исходящим от всех стран – бедных, богатых и среднеразвитых. Они нацелены на улучшение благосостояния и защиту нашей планеты. Государства-члены ООН признают, что меры по ликвидации бедности должны приниматься параллельно усилиям по наращиванию экономического роста и решению целого ряда вопросов в области образования, здравоохранения, социальной защиты и трудоустройства, а также борьбы с изменением климата и защиты окружающей среды.

ЦУР состоит из 17 целей в области устойчивого развития и 169 задач. Одним из центральных разделов является ЦУР-14 «Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития».

В преамбуле ЦУР-14 справедливо обращается внимание на то, что Мировой океан определяет действие глобальных систем, которые делают Землю пригодной для жизни человечества. Наша дождевая и питьевая вода, погода, климат, береговые линии, большая часть нашей пищи и даже кислород в воздухе, которым мы дышим, все в конечном счете, предоставляется и регулируется морем. Рациональное использование этого важнейшего глобального ресурса является залогом устойчивого будущего. Далее в ЦУР-14 выражается озабоченность тем обстоятельством, что в настоящее время происходит постоянное ухудшение состояния прибрежных вод в результате загрязнения, а закисление океана оказывает неблагоприятное воздействие на функционирование экосистем и биологическое разнообразие. Это также негативно влияет на мелкие хозяйства, занимающиеся рыбным промыслом.

ЦУР-14 состоит из 10 разделов, которые являются проблемными до 2030 года. Условно их можно объединить в 3 группы.

1. Загрязнение моря. К 2025 г. обеспечить предотвращение и существенное сокращение любого загрязнения морской среды, в том числе вследствие деятельности на суше, включая загрязнение морским мусором и питательными веществами. Кроме того, необходимо ликвидировать последствия закисления океана, в том числе благодаря развитию научного сотрудничества на всех уровнях.

2. Предотвращение ННН рыбного промысла. ЦУР-14 поставил задачу к 2020 г. обеспечить эффективное регулирование добычи и положить конец перелову, ННН рыбному промыслу и губительной рыбопромысловой практике, а также выполнить на-

учно-обоснованные планы хозяйственной деятельности для того, чтобы восстановить рыбные запасы в кратчайшие возможные сроки, доведя их, по крайней мере, до таких уровней, которые способны обеспечивать максимальный экологически рациональный улов с учетом биологических характеристик этих запасов [5].

В рассматриваемом документе закреплено чрезвычайно важное положение о запрете некоторых форм субсидий для рыбного промысла, содействующих созданию чрезмерных мощностей и перелову, отменить субсидии, содействующие ННН рыбному промыслу, и воздерживаться от введения новых таких субсидий, признавая, что надлежащее и эффективное применение особого и дифференцированного режима, в отношении развивающихся и наименее развитых стран, должно быть неотъемлемой частью переговоров по вопросу о субсидировании рыбного промысла, которые ведутся в рамках ВТО.

Проблема регулирования субсидий в области рыболовства занимает особое место в сфере регулирования ВТО, поскольку в рамках данной Организации продолжаются переговоры о заключении соглашения, которое обязывало бы государства запретить выдачу субсидий лицам, занимающимся ННН рыбным промыслом. В настоящее время Переговорная группа проводит консультации по согласованию основных понятий, а также шагов и критериев, по которым будут устанавливаться случаи ННН рыбного промысла. Еще на Министерской конференции ВТО, прошедшей в Гонконге в 2005 г., было достигнуто общее согласие относительно запрета определенных форм рыболовных субсидий, которые способствуют наращиванию мощностей и перелову. В настоящее время перед переговорной группой стоит задача по разработке четких правил, при этом, принимая во внимание проблемы политики членов ВТО, особенно развивающихся и наименее развитых стран [6].

3. Расширение морских научных исследований. ЦУР-14 призывает увеличить объем научных знаний, расширить научные исследования и обеспечить передачу морских технологий, принимая во внимание Критерии и руководящие принципы в отношении передачи морских технологий, разработанные МОК ЮНЕСКО, с тем, чтобы улучшить экологическое состояние океанской среды и повысить вклад морского биоразнообразия в развитие развивающихся стран, особенно малых островных развивающихся государств и наименее развитых стран.

По мнению ФАО, для решения проблем, поставленных в ЦУР-14 потребуется время, а также:

- твердая политическая воля, особенно на национальном уровне;
- наращивание институционального и управленческого потенциала, передача технологий и создание потенциала по применению научно обоснованных передовых методов управления;
- контроль за промысловыми мощностями и интенсивностью лова в объемах, не снижающих производительности ресурсов;
- изменение восприятия потребителей с помощью рыночных механизмов и просветительских мероприятий;

- совершенствование глобальной системы мониторинга, которое поможет предоставлять общественности прозрачную и своевременную информацию [7].

Из всех указанных в ЦУР-14 проблем подробнее остановимся на двух – роль рыболовства, как объект глобального партнерства и предотвращения ННН рыбного промысла, как глобальная проблема современности.

Глобальное партнерство – это регулярная программа, которую ФАО осуществляет в целях расширения применения Кодекса ведения ответственного рыболовства 1995 г. и достижения его стратегических задач.

Основные технические направления мероприятий составляют:

- укрепление потенциала с акцентом на повышение устойчивости рыболовства и расширение торговли рыбопродукцией;



- техническое обучение и консультации по планированию управляющего персонала в области рыбного хозяйства, рыбаков, работников контрольных органов в области промысла и качества рыбопродукции;

- консультирование соответствующих неправительственных организаций по вопросам рыболовства.

Следует особо отметить роль рыбы и рыбопродукции в обеспечении продовольственной безопасности.

По данным ФАО, в период 1961-2017 годов потребление пищевой рыбы росло в среднем на 3,1% в год, почти в два раза опережая ежегодные темпы роста мирового населения (1,6% в год) и существенно опережая темпы повышения потребления всех других продуктов, содержащих животные белки (мяса, молочных продуктов, молока и т.д.) – 2,1% в год. Потребление пищевой рыбы на душу населения росло примерно на 1,5% в год: если в 1961 г. оно

составляло 9,0 кг (в эквиваленте живого веса), то в 2018 г. – 20,5 кг.

ФАО считает, что можно с уверенностью сказать, что работа по решению задач ЦУР-14 в области борьбы с ННН рыбным промыслом ведется успешно, хотя и с некоторым опозданием.

Для более успешной борьбы с ННН рыбным промыслом ФАО рекомендует принять в срочном порядке следующие пять мер:

1) соблюдение и осуществление Конвенции ООН по морскому праву 1982 г.;

2) присоединение к Соглашению ООН по рыбным запасам и его осуществление 1995 г.;

3) разработка и осуществление национального плана действий по борьбе с ННН-промыслом;

4) соблюдение и осуществление Соглашения о мерах государства-порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации ННН-промысла (2009 г.);

д) выполнение обязательств государства-флага в контексте Соглашения ФАО о флаге (1993 г.).

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ И ЦУР-14

Многие положения ЦУР-14 отражены в российском законодательстве и документах, определяющих стратегическое направление развития отрасли. Российская Федерация постоянно улучшает работу по сохранению и рациональному использованию океанов и их ресурсов путем соблюдения норм международного права, закрепленных в Конвенции ООН по морскому праву 1982 г., которая, как отмечено в п. 158 документа ООН «Будущее которого мы хотим», закладывает юридическую базу для сохранения и рационального использования Мирового океана и его ресурсов.

Правительство Российской Федерации 26 ноября 2019 г. своим распоряжением № 2796-р утвердило Стратегию развития рыбохозяйственного комплекса на период до 2030 года (далее – Стратегия 2019 г.) и План мероприятий по реализации этой стратегии.

Стратегия 2019 г. направлена на обеспечение динамичного развития рыбохозяйственного комплекса, обновление производственных факторов, уход от сырьевой направленности экспорта, путем стимулирования производства продукции с высокой долей добавленной стоимости, создание благоприятных условий для ведения бизнеса и привлечения инвестиций в отрасль.

В экономике Российской Федерации основные возможности для развития и глобальной конкурентоспособности предприятий рыбохозяйственного комплекса открываются при значительном ослаблении российской национальной валюты по отношению к основным мировым валютам.

Согласно п. III Стратегии 2019 г., к внешним факторам риска и угрозам относятся: зависимость от экспорта сырья; географическая концентрация экспорта в страны Азиатско-Тихоокеанского региона; глобальная конкуренция за право добычи (вылова) водных биоресурсов в районах действия международных конвенций в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов и открытых частях Мирового океана; ограничение добычи (вылова) водных биоресурсов в исключительных экономических зонах иностранных государств и открытых районах

Мирового океана, конвенционных районах; внедрение глобальными конкурентами инструментов ограничения доступа отечественной продукции на основные рынки сбыта.

К внутренним факторам относятся: влияние традиционного спроса на продукцию из водных биоресурсов и низкая динамика его изменения; низкий уровень покупательной способности населения; недостаточность финансирования отечественной отраслевой науки и, как следствие, ограничения по осуществлению и расширению исследований; уровень физического и морального износа рыбопромышленного флота, береговой портовой, логистической и рыбоперерабатывающей инфраструктур; недостаточный уровень государственной поддержки рыбохозяйственного комплекса, в том числе рыболовства в удаленных районах Мирового океана, и поддержки развития товарной аквакультуры; зависимость от импортных поставок рыбоперерабатывающего, промышленного, силового и навигационного основного оборудования; необеспеченность высококвалифицированными кадрами.

В рамках реализации Стратегии 2019 г. необходимо обеспечить к 2030 г. выполнение следующих задач:

- увеличение суммарного объема частных инвестиций до 613 млрд рублей;

- увеличение валовой добавленной стоимости за счет развития производства продукции глубокой переработки до 418 млрд рублей;

- обеспечение продовольственной безопасности в части достижения среднедушевого потребления рыбопродуктов в домашних хозяйствах РФ в объеме не менее 22 кг в год в живом весе;

- увеличение общего количества рабочих мест в рыбохозяйственном комплексе на 24,5 тыс.;

- увеличение производительности труда в 1,4 раза к 2030 г.;

- разработка и внедрение национальной системы экологической сертификации добытых (выловленных) водных биоресурсов и произведенной из них рыбной и иной продукции;

- увеличение до 3 млн т в год объемов грузообработки отечественной рыбной и иной продукции из водных биоресурсов через российские морские порты;

- увеличение до 80% доли обслуживания отечественных судов рыбопромышленного флота в российских портах.

Как было отмечено выше, в ЦУР-14 большое внимание уделено искоренению ННН рыбного промысла: к 2020 г. необходимо положить конец этому крайне опасному явлению в рыболовстве.

Правительство Российской Федерации 25 декабря 2013 г. приняло распоряжение № 2534-р, которым утвердило Национальный план действий по предупреждению, сдерживанию и ликвидации ННН рыбного промысла.

В целях противодействия ННН рыбному промыслу Российская Федерация должна обеспечить выполнение 17 мероприятий, среди которых:

- проведение федеральными органами исполнительной власти анализа законодательства РФ на соответствие его нормам международного права

в области борьбы с ННН рыбным промыслом и разработка предложений о совершенствовании такого законодательства;

- усиление контроля за оборотом уловов водных биоресурсов, ввозимых на территорию РФ и вывозимых за ее пределы;

- создание системы отслеживания происхождения уловов водных биоресурсов на всех этапах их перемещения;

- создание на базе существующих отраслевых систем единой системы контроля за деятельностью судов рыбопромыслового флота;

- введение в действие электронного судового журнала и использование усиленной квалифицированной электронной подписи капитанами судов;

- установка на судах дополнительных средств технической аудио- и видеofиксации, а также средств дистанционного доступа к необходимой информации;

- установление возможности захода в российские морские порты судов, плавающих под флагом иностранного государства, которые документально подтвердили законность происхождения находящихся на их борту уловов водных биоресурсов;

- развитие международного сотрудничества в области противодействия ННН рыбному промыслу и незаконному обороту уловов водных биоресурсов;

- установление административных и уголовных санкций в отношении нарушителей законодательства РФ о рыболовстве и сохранении водных биоресурсов, соответствующих уровню допущенных нарушений и учитывающих стоимость полученных уловов, повторность допущенных нарушений, а также величину ущерба;

- непредоставление мер государственной поддержки юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим ННН рыбный промысел;

- совершенствование системы регистрации судов рыбопромыслового флота.

Правительство Российской Федерации 24 декабря 2015 г. распоряжением № 2661-р утвердило Перечень мероприятий по реализации Национального плана действий по предупреждению и ликвидации ННН рыбного промысла. Этот перечень состоит из 9 позиций. Однако далеко не все они реализованы. Например, до сих пор РФ не ратифицировала Соглашение о мерах государства-порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации ННН рыбного промысла (2009 г.), что не позволяет выполнить п. 6 Перечня мероприятий.

Особо отметим, что Правительство Российской Федерации 11 сентября 2020 г. приняло Постановление о внесении на ратификацию Соглашения 2009 г. о мерах государства-порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации ННН рыбного промысла.

В соответствии с Федеральным законом РФ «О международных договорах Российской Федерации» от 16 июня 1995 г. наша страна должна определить, каким образом положения, вступившего в силу, договора будут выполняться Россией.

Российская Федерация должна принять ряд законодательных и нормативных правовых актов по имплементации Соглашения 2009 года. К таковым,

например, относятся, постановления Правительства Российской Федерации о перечне назначенных портов, в которые иностранные суда могут запрашивать заход; о порядке инспектирования судов; о статусе инспекторов Российской Федерации. В ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» 2004 г. следует предусмотреть статью об ответственности иностранного судна за предоставление недостоверных данных и за нарушение норм Соглашения 2009 года. Было бы уместным определить в законе виды и формы ответственности российских должностных лиц за нарушения прав иностранных судов.

Не внесены дополнения в законодательство относительно создания системы отслеживания происхождения уловов, в том числе – ценных видов.

Таким образом, принятие Генеральной Ассамблеей ООН ЦУР является значительным событием в международной жизни. В ней изложены обязательства международного сообщества по совместному взаимодействию для решения этих проблем и преобразованию мира на благо нашего и будущих поколений.

Эффективное и устойчивое управление морскими ресурсами на основе принципов, изложенных в ЦУР-14, внесет вклад в обеспечение продовольственной безопасности и питания для всего населения планеты [8].

В Российской Федерации пока нет программного документа о порядке реализации ЦУР и в том числе ЦУР-14. Однако многие российские нормативные документы соответствуют ЦУР и будут способствовать их реализации на практике.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бекашев Д.К. Международно-правовые проблемы управления рыболовством: монография. – Москва: Проспект, 2017.
1. Bekyashev D.K. *Mezhdunarodno-pravovye problemy upravleniya rybolovstvom: monografiya.* – Moskva: Prospekt, 2017.
2. Мировой океан и морское право. Доклад Генерального секретаря ООН. А/70/74. 30 марта 2015 г.
2. *Oceans and the law of the sea. Report of the Secretary-General, UN. A/70/74. 30 March 2015.*
3. Birne P., Boyle A., Redgwell C. *International Law & the Environment.* Third Edition. Oxford University Press, 2009.
3. Birne P., Boyle A., Redgwell C. *International Law & the Environment.* Third Edition. Oxford University Press, 2009.
4. Henriksen T. *The Greening of Norwegian Fisheries Legislation Introduction of Environmental Principles to Fisheries Management. Arctic Review on Law and Politics, vol. 1, 1/2010. P. 131–157.*
4. Henriksen T. *The Greening of Norwegian Fisheries Legislation Introduction of Environmental Principles to Fisheries Management. Arctic Review on Law and Politics, vol. 1, 1/2010. P. 131–157.*
5. Бекашев Д.К., Бекашев К.А. Международно-правовые проблемы борьбы с незаконным рыболовством: монография. - Москва: Проспект, 2016.
5. Bekyashev D.K., Bekyashev K.A. *Mezhdunarodno-pravovye problemy bor'by s nezakonnym rybolovstvom: monografiya.* - Moskva: Prospekt, 2016.
6. Бекашев Д.К. Установление торговых мер в целях борьбы с незаконным рыболовством: международные и национальные правовые нормы // Евразийский юридический журнал – 2017 г. - № 5 (108). С. 29-33.
6. Bekyashev D.K. *Ustanovlenie torgovykh mer v celyakh bor'by s nezakonnym rybolovstvom: mezhdunarodnye i nacional'nye pravovye normy // Evrazijskij yuridicheskij zhurnal – 2017 g. - № 5 (108). Pp. 29-33.*
7. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. ФАО. Рим. 2020.
7. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. FAO. Rome. 2020.*
8. Деятельность ФАО по достижению ЦУР 14. ФАО. Рим. 2017.
8. *FAO working for SDG 14. FAO. Rome. 2017.*

Уважаемый Александр Валерьевич!

50 лет
ЦУРЭН

Сердечно поздравляю Вас и в Вашем лице весь коллектив ФГБУ «ЦУРЭН» с юбилеем!

Работа ЦУРЭН хорошо известна своими достижениями не только в отрасли, и вы по праву можете этим гордиться!

Обеспечивая баланс между функционированием природных экосистем и развитием промышленности, к своему 50-летию Центральное управление выдало более 40 тысяч заключений на инфраструктурные проекты, включая самые значимые для страны в нефтегазовой и транспортной сферах.

Вами ведутся масштабные работы по акклиматизации водных биологических ресурсов и рыбохозяйственной меллиорации, проведению государственного мониторинга водных биоресурсов, совершенствованию нормативной базы в этих направлениях деятельности.

Коллектив ЦУРЭН — это профессионалы своего дела, обладающие высокими компетенциями и богатым опытом.

От всей души желаю Вам и всему коллективу новых достижений, масштабных проектов, счастья и благополучия в семьях!

С уважением,

Директор

ФГБНУ «ВНИРО»

К.В. Колонин

Союзу рыболовецких колхозов России

35 лет!

Уважаемые труженики рыболовецких колхозов России!

От всей души поздравляю Вас с юбилейной датой деятельности
Союза рыболовецких колхозов!

Все эти 35 лет были ознаменованы высокими показателями Вашей работы, направленными на развитие и укрепление рыбацких рыбохозяйственных организаций, входящих в Союз, повышение уровня благосостояния населения и развитие социальной инфраструктуры градообразующих поселков и прибрежных территорий в местах их расположения.

От чистого сердца желаю всем Вам и Вашим семьям здоровья, отличных показателей в работе, спокойствия, уверенности и достойного Вас уровня жизни, и, конечно же, –
Семь футов под килем!!!

Председатель Росрыбколхозсоюза

А.А. Ануфриев

СЕМЬ ФУТОВ ПОД КИЛЕМ!

В этом году Союз рыболовецких колхозов России 15 октября отмечает 35-летний юбилей со дня своего образования, а история рыболовецкой колхозной системы началась с Постановления Правительства СССР в 1936 году, которым и была утверждена организационно-правовая форма рыболовецких колхозов.

В настоящее время в Росрыбколхозсоюз входят 8 региональных союзов, объединяющих 75 рыболовецких колхозов (артелей), рыбопромышленных организаций с другими формами ведения рыбохозяйственной деятельности малого предпринимательства, из которых 20 являются градо-поселкообразующими и находятся в 60-ти прибрежных поселениях, расположенных в 12 субъектах Российской Федерации. Один рыболовецкий колхоз представлен коренными малыми народами севера (КМНС).

Рыболовецкие колхозы ведут свою хозяйственную деятельность в 5 бассейнах: Западном, Северном, Волжско-Каспийском, Дальневосточном и Азово-Черноморском. Вылов водных биоресурсов в рамках колхозной системы в последние годы держится на уровне 400-500 тыс. тонн, что составляет более 10% общероссийского объема добычи.

Основополагающей деятельностью членов Союза является не только добыча водных биоресурсов, но и выпуск рыбной и сельскохозяйственной продукции, производство других товаров, жизненно необходимых для населения прибрежных рыболовецких поселков, судоремонт и судостроение.

Характерной особенностью рыболовецкой колхозной системы всегда была оперативная сплоченность членов Союза, умение руководства максимально быстро организовываться и мгновенно реагировать на негативные явления отрасли, с целью защиты не только интересов членов Союза, но и исторически сложившихся положительных тенденций динамично развивающегося рыбохозяйственного комплекса России.

Именно с этой целью и понимая возрастающую роль и авторитет Союза рыболовецких колхозов, Росрыболовство подписало с Росрыбколхозсоюзом соглашение о взаимодействии, что позволит качественно усилить работу над нормативно-правовой базой отрасли и оперативнее реагировать на проблемы, с которыми сталкиваются прибрежные рыбохозяйственные организации Союза.

И, как справедливо отметил замглавы Росрыболовства Петр Савчук: «Они (отраслевые ассоциации) действительно находятся на острие, чувствуют актуальные проблемы. Это позволяет гораздо оперативнее и эффективнее решать насущные вопросы. Поэтому мы их включаем в состав различных комиссий, они присутствуют на всех оперативных путинных штабах, которые проводит Росрыболовство. Мне кажется, это только плюс, если мы вместе будем решать такие вопросы».

В свою очередь, руководством Росрыбколхозсоюза была отмечена заинтересованность и важность в продуктивном диалоге с регулятором: «В рамках этого Соглашения у нас есть возможность участвовать во всех мероприятиях, которые направлены на улучшение работы отрасли, наших предприятий и организаций, в том числе и тех, кто не входит в систему Союза рыболовецких колхозов России».

Цели и задачи членов Союза рыболовецких колхозов России соответствуют Стратегии развития рыбного хозяйства до 2035 года и реализации Указа Президента Владимира Путина «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», где сделан акцент на малое и среднее предпринимательство и поддержку индивидуальной деятельности, развитие международной кооперации в агропромышленном комплексе».

Председатель Росрыбколхозсоюза
А.А. Ануфриев

17 августа 2020 года отметил свое 90-летие патриарх отечественного рыболовства, капитан дальнего плавания, ветеран ВОВ, Заслуженный работник рыбного хозяйства Украинской ССР, кавалер высших орденов СССР за ратный труд Игорь Алексеевич Баранов



Юбилей яркой личности в истории рыбного хозяйства СССР

Дорогой Игорь Алексеевич!

Друзья, коллеги нескольких поколений тружеников отрасли периода ее созидательного, поступательного развития рады тому, что славный Юбилей – 90 лет со дня рождения Вы встречаете с нами, сохраняя привычное состояние бодрости тела и духа, энергию, работоспособность, что подтверждается Вашим вкладом в написание истории отечественного рыболовства, активном участии в общественной жизни ветеранов.

Ваш достойный вклад в общее дело обеспечения населения страны рыбой и рыбопродукцией в судьбоносные периоды жизни страны, вызывает восхительное чувство гордости за соратника, единомышленника, истинного патриота отрасли, чувство благодарной памяти времен совместного труда.

Юбилей – лучший повод ветеранам оглянуться в прошлое, подвести итоги сделанному и, в меру сил, возможностей быть полезным для дела, ставшим смыслом жизни.

В годы Великой Отечественной войны советского народа с фашистскими захватчиками 14-летний юноша, в процессе обучения слесарному делу в ремесленном училище № 1 г. Керчи, волей судьбы год вытачивал на станке болванки для снарядов, производил для нужд фронта предметы быта.

Страна достойно оценила этот вклад юноши в нашу Великую Победу, выдав ему удостоверение ветерана ВОВ.

В 17 лет пришло осознанное решение связать свою судьбу с мореплаванием, что ознаменовалось

учебой в Херсонском мореходном училище рыбной промышленности по специальности «судовождение».

После успешного завершения учебы, вся последующая трудовая жизнь Баранова И.А., начиная с 1954 года, была управляемо подчинена интересам государства, служению делу, которому оно обучило молодого специалиста, а общество дало соответствующее воспитание.

Итоги последующих четырех десятилетий служебной вахты – убедительное свидетельство синхронного совпадения востребованности государством потенциальных возможностей И.А. Баранова на всех участках трудовой деятельности.

Многое, если не все, было в руках самого работника, от которого требовалось образование, профессиональные знания, навыки, умение применять их на практике; ответственное, добросовестное отношение к порученному делу; организаторский талант руководителя; обладание лидерскими качествами, позволяющими вести за собой коллектив, готовность к постоянному обновлению и расширению знаний.

Всем этим требованиям Игорь Алексеевич неуклонно стремился соответствовать и отвечать, а результаты объективной оценки его труда со стороны государства не заставляли себя ждать. Стремительный карьерный рост, высокие государственные награды, звания, общественное признание и уважение – торжество советской системы воспитания, образования, профессиональной ориентации, жизненного становления.

За 6 лет работы на флоте Северного рыбохозяйственного бассейна И.А. Баранов последовательно прошел путь от 3-го штурмана до капитана НИС «Академик Берг» и был удостоен получения диплома капитана дальнего плавания.

Его заслуги в исследовании сырьевой базы были отмечены благодарностью в Постановлении Совмина СССР № 93 от 12.04.1960 года.

Начиная с 1960 года, до выхода на заслуженный отдых в 1994 году, Игорь Алексеевич успешно трудился в системе рыбного хозяйства Азово-Черноморского бассейна.

Распоряжением руководства Минрыбхоза СССР ему было поручено освоить рыбный промысел с китобойных судов Управления Антарктических китобойных флотилий.

В 1962 году Министр рыбного хозяйства СССР А.А. Ишков лично принял отчет о работе китобойной флотилии и объявил благодарность за достигнутые результаты всем участникам промысловых рейсов.

В начале 60-х годов в Азово-Черноморский бассейн в г. Севастополь стали поступать рыболовные траулеры немецкой постройки типа «Тропик». Туда в 1963 году переводится И.А. Баранов с назначением на должность капитана-директора РТМ-Т «Симеиз» Управления океанического рыболовства. За успешное освоение новых траулеров и досрочное выполнение семилетнего плана Игорь Алексеевич в 1966 году награждается Орденом «Знак Почета».

Годом ранее, как перспективного и уже опытного промысловика, Минрыбхоз СССР командировал И.А. Баранова на 2 года в Народную Республику Болгария для передачи накопленных навыков национальным кадрам социалистической страны.

По возвращению из заграничной командировки Игорь Алексеевич назначается капитаном-директором современного плавучего добывающего производственного консервного завода ПДПКЗ «Анатолий Халин» Севастопольского управления океанического рыболовства, где в течение 2-х лет, со свойственным ему инновационным подходом, добросовестно осваивает, усовершенствует новую технику и технологию производства консервов в районах промысла.

Вершиной несения капитанской вахты на рыболовном флоте стало назначение Минрыбхозом СССР, по результатам конкурсного отбора среди претендентов, И.А. Баранова на должность капитана-директора уникальной рыбопромысловой флотилии РПФ «Восток» – крупнейшей в стране и мире, введенной в эксплуатацию в 1971 году.

Вот где в полной мере были востребованы и проявлены истинно энциклопедические, основательные, разносторонние профессиональные знания и навыки Игоря Алексеевича не только как мореплавателя, но и промысловика, производственника, знающего технику и технологию обработки сырья, выпуска продукции, экономику, организацию производства и многое другое.

Теоритические знания об этих науках им были получены не только в мореходном училище, но и в Мосрыбвузе, где он закончил 3 курса по специальности «Промышленное рыболовство», а в Севастопольском приборостроительном институте был получен диплом «инженера-механика».

Почти 20-ти летний производственный стаж и управленческий опыт, организаторские способности, талант лидера позволили коллективу рыбопромысловой флотилии численностью 700 человек, под руководством И.А. Баранова, успешно освоить новый корабль, принципиально новую схему осуществления промыслово-производственной деятельности.

Достигнутые результаты выглядели впечатляюще. Так, производственно-технологические и экономические показатели пятого рейса РПФ «Восток» в разы превышали ранее достигнутые в предшествующих рейсах.

Флотилия, как и многие суда заграничного плавания, наряду с производственными функциями и задачами, выполняла важную международную миссию политико-идеологического и делового сотрудничества с заинтересованными странами.

За содействие в установлении дипломатических отношений, открытии посольства СССР в Испании, И.А. Баранов в 1974 году был удостоен Ордена Красного Знамени, а за успешное освоение РПФ «Восток» в 1977 году награжден Орденом Ленина.

В 1976 году Баранов И.А. назначается генеральным директором Черноморского производственного объединения «Антарктика», которым также эффективно руководит в течение 18 лет, до выхода на заслуженный отдых.

Успехи коллектива передового производственного объединения дали основания для награждения его руководителя Орденом Октябрьской Революции.

Находясь на заслуженном отдыхе, Игорь Алексеевич объединяет вокруг себя здравствующих ветеранов отрасли, регулярно организует встречи по памятным датам, событиям в жизни отрасли, предприятия.

Он является одним из авторов-составителей альманаха промысловых капитанов, организаторов рыбного хозяйства из серии книг «Капитаны рыбного хозяйства СССР».

Ценны в его воспоминаниях не только страницы истории его жизни, работы, доброй памяти о тех, с кем работал, но и полезное практическое пособие, наставление для тех, кто стоит перед выбором профессии, испытывает желание узнать о ней из достоверных источников с тем, чтобы осознанно определиться в жизни.

Игорь Алексеевич Баранов приказом Росрыболовства награжден ведомственной наградой – медалью «За заслуги в развитии рыбного хозяйства России» 1 степени.

Руководитель ведомства Илья Васильевич Шестаков направил в адрес юбиляра теплое поздравление и пожелание долгих лет жизни, хорошего мироощущения.

Поздравляя дорогого Игоря Алексеевича с 90-летием, мы желаем ему крепкого здоровья, долголетия, семейного благополучия, дальнейших творческих успехов в его благородной подвижнической деятельности.

С искренним уважением, признательностью ветераны рыбного хозяйства СССР и России

Ключевые слова:

сельдь, Охотское море, вылов, суда, длина тела

Keywords:

herring, Sea of Okhotsk, catch, fishing vessels, body length

Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2020 года в северной части Охотского моря

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-62-66

Фото: Р. Месягутова

Д-р биол. наук

А.А. Смирнов – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»);

Ю.В. Омельченко – ведущий специалист лаборатории морских рыбных, прибрежных биоресурсов и мониторинга промысла водных биоресурсов Магаданского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»); заместитель руководителя координационной группы Росрыболовства по оперативному регулированию промысла минтая и других объектов промысла в Охотском море

Ю.К. Семенов – руководитель Группы анализа промысла биоресурсов

Ю.А. Елатинцева – ведущий специалист лаборатории морских, рыбных, прибрежных биоресурсов и мониторинга

А.А. Ткаченко – специалист Группы анализа промысла биоресурсов, Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (МагаданНИРО)

@ andrsmir@mail.ru;
sapmagniro@mail.ru

PECULIARITIES OF PACIFIC HERRING (*CLUPEA PALLASII*) FISHERY IN JANUARY-APRIL 2020 IN THE NORTHERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK

A. Smirnov, Doctor of Sciences – Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography
Yu. Omelchenko, **Yu. Semenov**, **Yu. Elatintseva**, **A. Tkachenko** – Magadan branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Federal Agency for Fisheries, andrsmir@mail.ru; sapmagniro@mail.ru

Based on the materials collected in 2020, the catch, some biological and behavioral features of herring inhabiting the northern part of the Sea of Okhotsk are considered. The problems encountered in the herring fishing are shown, and measures to optimize the fishery are proposed.

На основе материалов, собранных в 2020 г., рассматриваются вылов, некоторые черты биологии и поведения сельди, обитающей в северной части Охотского моря. Показаны проблемы, возникающие при промысле сельди, предлагаются меры по оптимизации промысла.

Тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* (Val.) на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (Берингово, Охотское и Японское моря) – один из важнейших объектов промысла [1; 2].

В северной части Охотского моря обитают два основных стада сельди: в северо-западной части – охотская сельдь, в северо-восточной – гижигинско-камчатская [1; 3]. Их нагул происходит в Северо-Охотоморской (далее – СОМ) и Западно-Камчатской (далее – ЗК) рыбопромысловых подзонах.

Запасы этих сельдей в настоящее время находятся на относительно высоком уровне [4], а их промысел в последние годы осуществляется в 3 этапа: в зимне-весенний период (зимовальная и преднерестовая сельдь), когда вылов в среднем составлял для охотской сельди около 35%, для гижигинско-камчатской – 83% от годового ОДУ (объема допустимого улова); в весенне-летний период (нерестовая сельдь) и нагульная сельдь в осенне-зимний период (сентябрь-декабрь) [5; 6].

Необходимо отметить, что, как указано в действующих «Правилах рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (далее – «Правила рыболовства...»), в исключительной экономической зоне РФ запрещается специализированный промысел сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне с 15 апреля по 31 августа, в Западно-Камчатской подзоне – с 1 января по 14 апреля и с 1 мая по 31 августа (пп. 28.2 б и ж).

По информации группы анализа промыслов лаборатории морских рыбных прибрежных биоресурсов и мониторинга промысла водных биоресурсов Магаданского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), подготовленной на основе судовых суточных донесений (ССД), а также данных, поступивших от научных наблюдателей, находившихся на промысловых судах в Охотском море, и членов координационной группы Росрыболовства по оперативному регулированию промысла минтая и других объектов промысла в Охотском море, далее мы проанализировали ход промысла сельди в СОМ и ЗК Охотского моря в январе-апреле 2020 года.

В январе в СОМ на промысле сельди работали от 6 до 17 крупнотоннажных (далее – КТФ) и 1-12

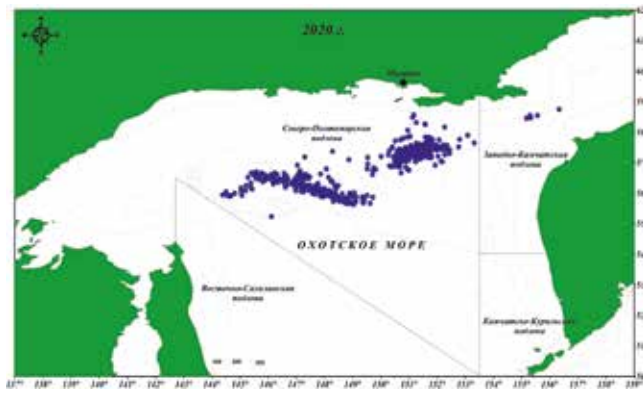


Рисунок 1. Распределение судов на промысле сельди в Охотском море в январе 2020 года

Figure 1. Fishing vessels distribution during herring fishing in the Sea of Okhotsk, January 2020



Рисунок 2. Динамики количества судов на промысле и суточного вылова сельди в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в январе 2020 года

Figure 2. Dynamics of fishing vessels amount and daily catches of herring in the North Sea of Okhotsk subarea of the Sea of Okhotsk, January 2020

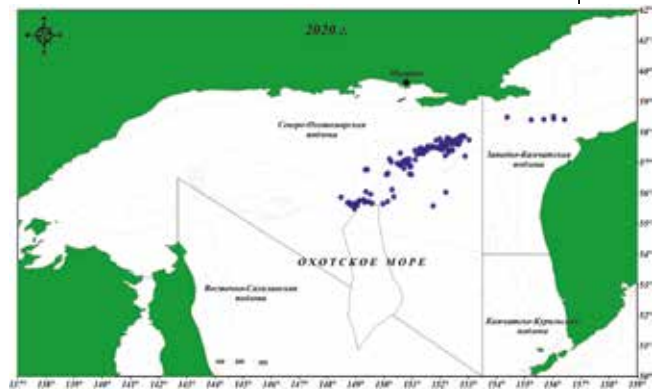


Рисунок 3. Распределение судов на промысле сельди в Охотском море в феврале 2020 года

Figure 3. Fishing vessels distribution during herring fishing in the Sea of Okhotsk, February 2020



Рисунок 4. Динамики количества судов на промысле и суточного вылова сельди в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в феврале 2020 года

Figure 4. Dynamics of fishing vessels amount and daily catches of herring in the North Sea of Okhotsk subarea of the Sea of Okhotsk, February 2020

среднетоннажных (далее – СТФ) судов. На приемке сырца находились 2 плавбазы. КТФ преимущественно работал в западной части подзоны, в районе 56° с.ш. между 144° и 148° в.д., СТФ – в восточной части, в районе 57° с.ш. между 150° и 152° в.д., в основном – на изобатах 320-380 м (рис. 1).

Скопления сельди были рассредоточены и крупных зимовальных косяков она пока не создавала, поэтому значительная часть промыслового времени у судов уходила на поиск скоплений, но промысловая обстановка была стабильной.

Сельдь в уловах была длиной 25-30 см (здесь и далее приводится длина тела по АД, т.е. от конца рыла до основания средних (самых коротких) лучей хвостового плавника), преобладали особи с размером тела 27-29 см (60%). Сельдь из уловов в западной части подзоны была несколько крупнее, чем в восточной.

Приловов молоди сельди не отмечалось. На промысловых изобатах приловы минтая были незначительны и отмечались, в основном, в темное время суток. Повышенные приловы минтая (до 20%) наблюдались на изобатах менее 300 метров.

В 1 и 2 декадах флотом ежедневно вылавливалось от 1,7 до 2,2 тыс. т, в среднем – 1,9 тыс. т, в 3 декаде, ввиду снижения количества судов на промысле и усиления штормовой погоды, эти показатели снизились до 0,1-2,3 тыс. т, составив в среднем 1,4 тыс. тонн.

В целом за месяц у КТФ улов на судосутки составил 116,8 т, на траление – 46,8 тонн. У СТФ – 71,9 т и 57,7 т, соответственно. За январь КТФ было выловлено 69% от общего вылова. Всего за месяц было добыто 46,4 тыс. т сельди, что больше вылова в январе 2019 г. на 11,2 тыс. тонн. Освоение годового ОДУ составило: за месяц и нарастающее с начала года – 17,5%.

Работу флота затрудняла штормовая погода: часть судов периодически штормовала. Кроме

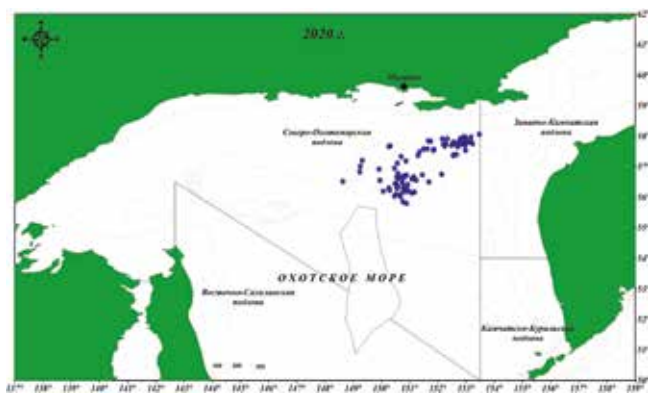


Рисунок 5. Распределение судов на промысле сельди в Охотском море в марте 2020 года

Figure 5. Fishing vessels distribution during herring fishing in the Sea of Okhotsk, March 2020

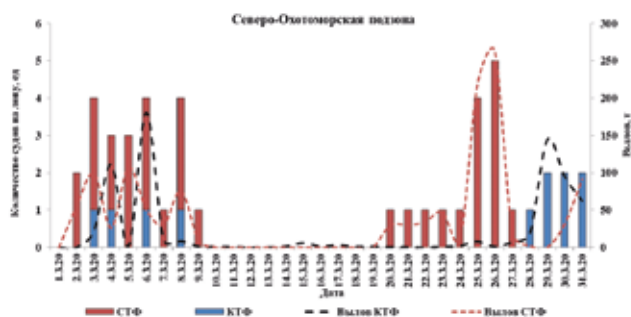


Рисунок 6. Динамики количества судов на промысле и суточного вылова сельди в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в марте 2020 года

Figure 6. Dynamics of fishing vessels amount and daily catches of herring in the North Sea of Okhotsk subarea of the Sea of Okhotsk, March 2020

того, с течением времени усиливалось льдообразование в северной и северо-западной части моря. Во второй и третьей декадах в районе банки Кашеварова ледовая обстановка начала существенно затруднять промысел – появились поля плотного льда.

Динамики общего вылова и количества судов на промысле по типам судов представлены на рисунке 2.

В ЗК 30-31 января, в качестве прилова при промысле минтая 3 судами КТФ, было выловлено 61,6 т сельди.

В феврале в СОМ работали 1-6 КТФ и 4-6 СТФ, причем в течение месяца количество судов на промысле снижалось и к концу февраля в районе осталось 1-2 КТФ и 2-4 СТФ. На приемке сырца находилась 1 плавбаза. СТФ продолжал работать в восточной части подзоны, в районе 57° с.ш., между 150° и 152° в.д., КТФ работал западнее, между 148° и 149° в.д., на изобатах – от 230 до 400 м (рис. 3).

К концу 1 декады суда КТФ, под влиянием ледовых полей, сместились в восточном направлении – восточнее 150° в.д. Во 2 декаде ледовые поля, под воздействием штормовых ветров, несколько сместились в северо-западном направлении, частично открыв промысловые изобаты, и КТФ сместился западнее, в районе между 148°30' и 150° в.д.

В районах свободных ото льда, в отличие от февраля 2019 г., когда к этому периоду скопления сельди стали малоподвижными и легко облавливались, в феврале 2020 г. скопления сельди состояли из небольших, ярко выраженных косяков и были подвижны. В темное время суток сельдь рассредоточивалась.

Сельдь в уловах была длиной 23-30 см, как и в январе, преобладали особи с размером тела 27-29 см (60%).

Приловы молоди сельди были незначительны (до 3%). Приловы минтая (до 10%) отмечались в темное время суток.

В сутки флотом вылавливалось от 0,1 до 0,5 тыс. т, в среднем – 0,3 тыс. тонн. В целом за месяц у КТФ улов на судосутки составил 103,3 т, на траление – 49,7 тонн. У СТФ – 59,8 т и 43,9 т, соответственно. За февраль КТФ было выловлено 71% от общего вылова. Необходимо отметить, что значительную часть времени часть судов СТФ не работали, т.к. плавбаза, на которую они сдавали уловы, уходила из района работ.

Всего за месяц было добыто 9,3 тыс. т сельди, что меньше вылова в феврале 2019 г. на 7,5 тыс. тонн. Освоение годового ОДУ составило: за месяц – 3,5%, нарастающий с начала года – 21,6%.

Динамики общего вылова и количества судов на промысле по типам судов представлены на рисунке 4.

В ЗК в феврале, в качестве прилова при промысле минтая, было выловлено 29,3 т сельди.

В марте в СОМ работали 1-2 КТФ и 4-7 СТФ. На приемке сырца находилась 1 плавбаза. Основные районы скоплений сельди были закрыты льдом и суда в значительной степени занимались поиском скоплений сельди в восточной части подзоны в районе 57° с.ш. между 150°-152° в.д. (рис. 5). Сельдь в уловах была длиной 24-33 см, преобладали особи с размером тела 26-32 см (до 80%).

Приловы минтая отмечались в темное время суток в объеме от 5 до 10%.

Динамики общего вылова и количества судов на промысле по типам судов представлены на рисунке 6.

В сутки флотом вылавливалось от 0,05 до 1,5 тыс. т, в среднем – 0,95 тыс. тонн. В целом за месяц у КТФ улов на судосутки составил 67,3 т, на

траление – 39,0 тонн. У СТФ – 32,0 т и 23,8 т, соответственно. За март КТФ было выловлено 35,9% от общего вылова. Всего за месяц было добыто 1,96 тыс. т сельди, что больше вылова в марте 2019 г. на 1,8 тыс. тонн. Освоение годового ОДУ составило: за месяц – 0,7%, нарастающий с начала года – 22,3%.

В ЗК в марте сельдь не ловили.

В апреле в СОМ на промысле сельди работали от 5 до 25 судов КТФ и от 1 до 10 судов СТФ. На приемке сырца находилась 1 плавбаза. В этом месяце количество судов на промысле сельди резко возросло, в связи с тем, что часть судов завершили выбор квот на вылов минтая и перешли на промысел сельди. Кроме того, улучшилась и ледовая обстановка. Флот работал до 15 апреля, в двух районах: 1. В восточной части подзоны, в районе от 57° до 58° с.ш. между 151-152° в.д. В этом районе промысловая обстановка была нестабильна, скопления сельди были представлены малочисленными мелкими косяками, которые быстро перемещались в северо-западном направлении; 2. В районе со средними координатами 56°30 с.ш и 145°30 в.д., где сельдь образовывала плотные скопления, в полях мелкобитого льда работало до 13 судов (рис. 7).

Сельдь в уловах была длиной 23-33 см, преобладали особи с размером тела 26-32 см (до 70 %).

В сутки флотом вылавливалось от 0,3 до 4,0 тыс. т, в среднем – 1,4 тыс. тонн. Динамики общего вылова и количества судов на промысле по типам судов представлены на рисунке 8.

Средний улов на судосутки у КТФ составлял 89,5 т, на траление – 39,4 т, у СТФ – 35,7 т и 24,7 т, соответственно.

Всего за месяц было добыто 19,8 тыс. т сельди, что значительно больше вылова в апреле 2018 (184 т) и 2019 гг. (126 т). Увеличение вылова произошло, в основном, за счет увеличения сроков промысла в 2020 г. по 14 апреля включительно. В прошлые годы промысел прекращался 10 апреля.

Согласно «Правилам рыболовства...», 15 апреля промысел сельди был временно, до 1 сентября, прекращен.

В ЗК флот приступил к промыслу с 15 апреля, т.к. ранее, как уже упоминалось, соответственно «Правилам рыболовства...», специализированный лов сельди в этой подзоне запрещен. В районе от 58°20 до 59°50 с.ш., между 154°30 и 157°20 в.д. работало до 19 судов КТФ. Динамики общего вылова и количества судов на промысле представлены на рисунке 9.

Район работ в значительной степени был закрыт полями тяжелого льда, но с большими разводьями. Скопления сельди отмечались на изобатах 340-400 метров. На отдельных участках скопления сельди были рассредоточены над значительными скоплениями минтая. В дневное время сельдь сосредотачивалась в верхних горизонтах и образовывала различные по размеру косяки. Отмечались приловы молоди сельди от 1 до 5%, и лишь в некоторых тралениях они достигали 15%. Приловы минтая в начале промысла достигали в некоторых тралениях 40-60%. В дальнейшем, по мере выработки тактики лова, согласно научным рекомендациям «МагаданНИРО», оперативно доведенных до сведения флота заместителем руководителя координационной группы Росрыбо-

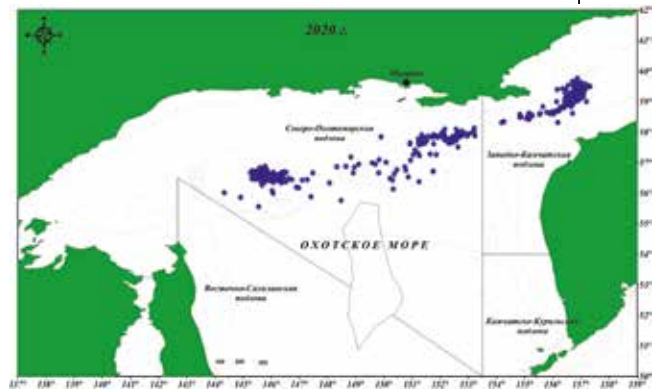


Рисунок 7. Распределение судов на промысле сельди в Охотском море в апреле 2020 года

Figure 7. Fishing vessels distribution during herring fishing in the Sea of Okhotsk, April 2020



Рисунок 8. Динамики количества судов на промысле и суточного вылова сельди в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в апреле 2020 года

Figure 8. Dynamics of fishing vessels amount and daily catches of herring in the North Sea of Okhotsk subarea of the Sea of Okhotsk, April 2020

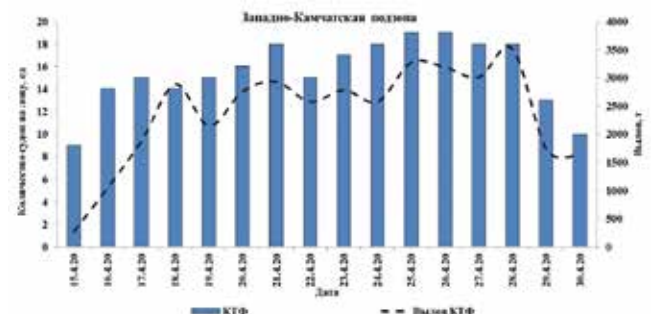


Рисунок 9. Динамики количества судов на промысле и суточного вылова сельди в Западно-Камчатской подзоне в апреле 2020 года

Figure 9. Dynamics of fishing vessels amount and daily catches of herring in the West Kamchatka subarea, April 2020



Фото: Р. Месягутова

ловства по оперативному регулированию промысла минтая и других объектов промысла в Охотском море Ю.В. Омельченко, о том, что в условиях наличия в районе промысла смешанных скоплений сельди и минтая, лов необходимо вести только в дневное время и в верхних горизонтах, приловы минтая резко уменьшились, не носили массовый характер и колебались, в отдельных случаях, от 10 до 15%.

В сутки флотом вылавливалось от 0,3 до 3,5 тыс. т, в среднем – 2,4 тыс. тонн. Средний улов на судосутки составлял 153,9 т, на траление – 51,0 тонн.

Всего за апрель было добыто 38,3 тыс. т, нарастающий вылов с начала года – 38,4 тыс. т сельди (85,3% от ОДУ).

Суммарный вылов сельди в северной части Охотского моря в январе-апреле 2020 г. на 15% превысил уровень аналогичного периода 2019 года.

Промысел сельди в 2020 г. имел ряд особенностей:

1. Благоприятную, по сравнению с 2019 г., ледовую обстановку в районах концентрации сельди, что позволило флоту вести промысел сельди в СОМ в течение всего зимне-весеннего сезона.

2. В СОМ вылов в апреле и в целом за путину, за счет увеличения сроков промысла на 5 дней, превысил показатели 2019 г. на 99 и 33% соответственно.

3. Более поздние, чем в 2019 г., сроки образования зимовальных скоплений сельди в СОМ и преднерестовых скоплений в ЗК.

4. В ЗК вылов на судосутки лова и улов на траление значительно возросли, по сравнению с прошлыми годами. В основном это произошло за счет более позднего начала промысла, с 15 апреля, когда сельдь уже начала образовывать крупные преднерестовые скопления. Повлияло также включение в состав флота 5 судов типа МРКТ, которые имеют возможность переработать в сутки до 400 т сельди.

5. В ЗК тихоокеанская сельдь была возвращена в список видов водных биоресурсов, для которых устанавливается ОДУ, что позволило упорядочить ведение ее промысла и избежать превышения рекомендованного объема вылова, как это произошло в 2019 г., когда промысел велся в режиме РВ (рекомендованного вылова).

6. В ЗК значительно снизились приловы минтая и молоди сельди, которые в 2019 г. отмечались в 1 декаде апреля, а в 2020 г., в соответствии с «Правилами рыболовства...», промысел в эти сроки не велся.

Таким образом, введенное по рекомендации «МагаданНИРО» в «Правила рыболовства...» ограничение по срокам лова тихоокеанской сельди в ЗК, позволило оптимизировать промысел, а также значительно снизить нежелательные приловы минтая и молоди сельди.

Научные рекомендации о том, что, для минимизации прилова минтая при промысле сельди в ЗК, необходимо выполнять траления в светлое время суток, в горизонте от 170 до 230 м, а также избегать выполнения тралений в придонном горизонте, также показали свою эффективность.

О том, что принятые меры по тихоокеанской сельди в ЗК (ее перевод в ОДУ и ограничение сроков ее промысла) оправданы, прозвучало и в выступлениях на Дальневосточном научно-производственном Совете, который прошел в июле 2020 г. в г. Владивосток.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. 330 с.
1. Naumenko N.I. 2001. *Biologiya i promysel morskikh sel'dej Dal'nego Vostoka. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchatskij pechatnyj dvor.* 330 p.
2. Антонов Н.П., Датский А.В., Мазникова О.А., Митенкова Л.В. 2016. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях // Рыбное хозяйство. № 1. С. 54-58.
2. Antonov N.P., Datskij A.V., Maznikova O.A., Mitenkova L.V. 2016. *Sovremennoe sostoyanie promysla tihookeanskoj sel'di v dal'nevostochnyh moryah // Rybnoe hozyajstvo.* № 1. Pp. 54-58.
3. Смирнов А.А. 2014. Биология, распределение и состояние запасов гижигинско-камчатской сельди // Магадан. МагаданНИРО. 170 с.
3. Smirnov A.A. 2014. *Biologiya, raspredelenie i sostoyanie zapasov gizhiginsko-kamchatskoj sel'di // Magadan. MagadanNIRO.* 170 p.
4. Овчинников В.В., Волобуев В.В., Голованов И.С., Коршукова А.М., Панфилов А.М., Прикоки О.В., Смирнов А.А. 2018. Динамика запасов и вылова основных промысловых рыб Магаданской области // Вопросы рыболовства. Т. 19. №1. С. 5-19.
4. Ovchinnikov V.V., Volobuev V.V., Golovanov I.S., Korshukova A.M., Panfilov A.M., Prikoki O.V., Smirnov A.A. 2018. *Dinamika zapasov i vylova osnovnyh promyslovyh ryb Magadanskoj oblasti // Voprosy rybolovstva.* V. 19. №1. Pp. 5-19.
5. Панфилов А.М. 2017. К вопросу об освоении общего допустимого улова охотской сельди *Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes, 1847 в 2001-2016 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 45. С. 54-67.
5. Panfilov A.M. 2017. *K voprosu ob osvoenii obshchego dopustimogo ulova ohotskoj sel'di Clupea pallasii Cuvier et Valenciennes, 1847 v 2001-2016 gg. // Issledovaniya vodnyh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana. Issue 45. Pp. 54-67.*
6. Смирнов А.А., Омельченко Ю.В., Семенов Ю.К., Ткаченко А.А., Елатинцева Ю.А. 2019. Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2019 г. в северной части Охотского моря // Рыбное хозяйство. № 5. С. 25-28.
6. Smirnov A.A., Omel'chenko YU.V., Semenov YU.K., Tkachenko A.A., Elatinceva YU.A. 2019. *Osobennosti promysla tihookeanskoj sel'di (Clupea pallasii) v yanvare-aprele 2019 g. v severnoj chasti Ohotskogo morya // Rybnoe hozyajstvo.* № 5. Pp 25-28.

Морские растения – перспективный источник кормов и удобрений для сельского хозяйства

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-67-70

Рисунок 4. Японское море / Figure 4. Sea of Japan

Канд. биол. наук **Н.М. Аминина** – заведующий лабораторией;
канд. биол. наук **В.Н. Акулин** – главный специалист;
канд. хим. наук **Е.В. Якуш** – заместитель руководителя
Филиала Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

@ natalya.aminina@tinro-center.ru

Ключевые слова:

водоросли, морские травы, Дальний Восток, корма, удобрения, органическая продукция, программа исследований

Keywords:

algae, sea herbs, far east, fodders, fertilizers, organic products, research program

MARINE PLANTS AS A PROMISING SOURCE OF FODDERS AND FERTILIZERS FOR AGRICULTURE

N. Aminina, PhD – Head of the Laboratory;
V. Akulin, PhD – Leading Specialist;
E. Yakush, PhD – Deputy of the Head
Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Pacific Branch (TINRO)
natalya.aminina@tinro-center.ru

Seaweed is one of the underutilized types of raw materials in the Far East, which recommended annual catch is more than 150 thousand tons. Among the 500 species of the Far Eastern seas flora, less than a dozen are developed for the food industry. A promising direction of macrophytes effective exploitation is their use as fodders and fertilizers in agriculture. The possibilities for the widespread use of marine plants in agriculture determines the need for scientific research of marine plant materials according to a comprehensive program for the entire Far Eastern basin.

Морские растения представляют собой огромные возобновляемые ресурсы, особенно на Дальнем Востоке, где их продуктивность во много раз превышает продуктивность наземной растительности. Флора дальневосточных морей насчитывает более 500 видов водорослей и морских трав [2]. По числу видов преобладают красные водоросли, но основу фитомассы составляют бурые водоросли. Запасы водорослей на Дальнем Востоке составляют миллионы тонн, а урожайность – более

100 кг/м² [3]. Основу вылова морского растительного сырья в прибрежном российском промысле составляют водоросли из семейства ламинариевых – до 80% от объема рекомендуемого вылова. Другие виды морских водорослей и трав (алария, костария, анфельция, зостера) добываются в незначительных объемах (2-7% от рекомендуемого вылова). В настоящее время, в качестве промысловых, рассматриваются 19 видов водорослей, в основном ламинариевых, которые квотируются или

рекомендованы к добыче (вылову) [1]. Остальные виды водорослей и морских трав можно условно отнести к непивцевым и рассматривать их как сырье для получения кормовой продукции и удобрений. В первую очередь это бурые водоросли из порядка *Laminariales Kylin* (ламинариевых) и *Fucales Kylin* (фукусовых) (табл. 1).

Красные водоросли дальневосточных морей, кроме анфельдии, не являются промысловыми и ранее не использовались в промышленности. Наиболее перспективными по запасам являются водоросли, относящиеся к родам *Odontalia*, *Ptilota*, *Neoptilota*, *Neorodomella*, *Chondrus*, *Palmaria*. В Охотском и Японском морях повсеместно встречаются и морские травы, такие как *Zostera* и *Phyllospadix*, их тоже можно использовать в сельском хозяйстве. Широко распространены в дальневосточных морях и зеленые водоросли, которые в нашей стране никогда не рассматривались как пищевое сырье и в силу этого слабо изучены. Биомасса их может достигать 3-4 кг/м², например, у *Codium* и *Ulva*, а по своим пищевым свойствам они не уступают широко известным бурым и красным водорослям.

Основная часть добываемых в нашей стране водорослей используется для производства пищевых продуктов, в том числе полисахаридов (агар, альгинат) и БАД. Но эти продукты занимают крайне малую долю отечественного рынка. Значительно расширить вовлечение водорослей в сферу хозяйственной деятельности могло бы использование их для нужд сельского хозяйства.

В мировой литературе достаточно много информации о перспективах использования морских водорослей в качестве кормов и удобрений [6; 7]. И в нашей стране встречаются данные о положительных результатах испытаний водорослей (обыч-

Морские водоросли являются одним из недоиспользуемых видов сырья на Дальнем Востоке, тогда как объем их рекомендуемого ежегодного вылова составляет более 150 тыс. тонн. Из 500 видов флоры дальневосточных морей для пищевой промышленности добывается не более десятка. Важным направлением эффективной эксплуатации макрофитов может стать их использование в качестве кормов и удобрений в сельском хозяйстве. Анализ возможностей широкого использования морских растений в сельском хозяйстве определяет необходимость проведения научных исследований морского растительного сырья по единой для всего Дальневосточного бассейна комплексной программе.

но ламинариевых) в качестве добавки в корм животных и птиц [4]. Помимо улучшения качества кормов, добавки из водорослей повышают показатели роста, увеличивают количество и качество молока, мяса, яиц, благотворно влияют на здоровье животных. С точки зрения питания, водоросли накапливают много минералов, витаминов, пигментов, пищевых волокон. Они содержат более 54 микроэлементов, необходимых для выполнения физиологических функций, причем в количествах, значительно превышающих наземные растения. Качество белков и липидов в морских водорослях, по сравнению с наземными (зерновыми) культурами, является более приемлемым из-за высокого содержания незаменимых аминокислот и ненасыщенных жирных кислот.

В настоящее время растет спрос на натуральные кормовые компоненты, природные антибиотические средства, стимуляторы роста и подобные составляющие. Наиболее полно этим требованиям отвечают кормовые продукты, полученные из мор-

Таблица 1. Запасы отдельных видов водорослей и морских трав ДВ морей [5]/

Table 1. Some algae and marine flora species stock in Far-Eastern seas [5]

Водоросль	Море	Запасы, тыс. тонн
Бурые водоросли		
<i>Agarum clathratum</i>	Берингово, Охотское, Японское	100-150
<i>Thalassiophyllum clathrus</i>	Берингово, Охотское	35-50
<i>Arthrothamnus bifidus</i>	Берингово, Охотское	350-500
<i>Arthrothamnus kurilensis</i>	Берингово, Охотское	700-1000
<i>Alaria marginata</i>	Берингово, Охотское, Японское	100-150
<i>Alaria fistulosa</i>	Берингово, Охотское	12000
<i>Costaria costata</i>	Охотское, Японское	70-100
<i>Laminaria (Saccharina) cichorioides</i>	Охотское, Японское	100-150
<i>Sargassum pallidum</i>	Охотское, Японское	75-100
<i>Sargassum Miyabey</i>	Охотское, Японское	50-75
<i>Silvetia babingtonii</i>	Охотское, Японское	75-100
<i>Fucus evanescens</i>	Берингово, Охотское, Японское	500-700
Красные водоросли		
<i>Odontalia corymbifera</i>	Берингово, Охотское, Японское	100-150
<i>Ptilota filicina</i>	Берингово, Охотское, Японское	100-150
<i>Neoptilota asplenioides</i>	Берингово, Охотское, Японское	100-150
<i>Neorodomella larix</i>	Берингово, Охотское, Японское	100-150
<i>Chondrus armatus</i>	Охотское, Японское	100-150
<i>Palmaria stenogona</i>	Берингово, Охотское, Японское	100-150
Морские травы		
<i>Zostera marina</i>	Охотское, Японское	300-350
<i>Zostera asiatica</i>	Охотское, Японское	450-500
<i>Phyllospadix iwatensis</i>	Охотское, Японское	150-200



Рисунок 1. Бурые водоросли

Figure 1. *Brown algae*

ского растительного сырья. В связи с этим развитие в стране собственного производства кормовых добавок, в первую очередь в виде продуктов глубокой переработки морского растительного сырья, является одной из наиболее важных проблем, которую следует решить в ближайшее время.

В соответствии с Регламентом Европейского Союза (№ 575/2011, 16 июня 2011 г.) водоросли входят в список кормовых материалов. Ими рекомендуется кормить животных, поскольку они содержат полисахариды, обладающие антибактериальными свойствами и, оказывающие положительное влияние на микрофлору кишечника, полифенолы и пигменты, которые проявляют сильную антиоксидантную активность (лечение и профилактика многочисленных заболеваний) и могут дополнительно улучшать окраску продуктов животного происхождения; незаменимые ненасыщенные жирные кислоты, которые улучшают качество мяса, молока, яиц, а также органический йод для насыщения продуктов животноводства. При этом водоросли, по сравнению с многими луговыми травами, имеют более высокое содержание пептидов, усвояемость которых животными выше, чем усвояемость белков. В соответствии с Регламентом Европейско-

го Союза (№ 575/2011, 16 июня 2011 г.) водоросли могут использоваться в кормлении животных в различных формах: в сыром или переработанном виде (в том числе свежие, охлажденные или замороженные); сушеными в виде муки; водорослевого масла; экстрактов.

В мировой практике сельскохозяйственного применения морских растений бурые водоросли лучше изучены и активнее эксплуатируются, чем другие виды водорослей. Считается, что они имеют меньшую питательную ценность, чем красные и зеленые водоросли, из-за относительно низкого содержания

белка (до 14%), однако накапливают много биологически активных соединений. Наши исследования показали, что дальневосточные красные водоросли особенно богаты белком и легко гидролизуемыми полисахаридами, а также йодом, количества которого сопоставимы с таковым у ламинариевых водорослей. Фукусовые водоросли отличаются повышенным содержанием полифенолов, а морские травы – высокой концентрацией полиненасыщенных жирных кислот.

В связи с этим, для использования водорослей из разных систематических групп, необходимо



Рисунок 2. Зеленые водоросли

Figure 2. *Green algae*



Рисунок 3. Красные водоросли

Figure 3. Red algae

разработать соответствующие рецептуры введения их в корм. Известно, что, в зависимости от содержания йода и других минеральных элементов в водоросли, ее доля в корме колеблется от 3 до 50%. Учитывая перспективы рынка кормов для разных групп сельскохозяйственных животных, потребности сельского хозяйства составят около 13 млн т сырой водорослевой массы, даже при условии добавления в корма только 3% сухих водорослей. С учетом многолетнего роста сектора животноводства и его потребности в кормах, расширение базы кормовых ресурсов, путем выявления новых кормов или разработки новых добавок, сыграло бы жизненно важную роль в устойчивом развитии животноводческого сектора.

Еще одним важным направлением эффективной эксплуатации водорослей является их использование в качестве удобрений в сельском хозяйстве. Развитие этого направления соответствует основным положениям Федерального закона № 280 «Об органической продукции...» в части перехода к органическому сельскому хозяйству и производству органической продукции. Водоросли в этом случае могут стать экологически чистой альтернативой традиционному органическому и минеральному удобрению.

Анализ возможностей широкого использования морских растений в сельском хозяйстве и связанных с ними проблем определяет необходимость проведения широкомасштабных научных исследований по единой для всего Дальневосточного бассейна комплексной программе всестороннего изучения морских водорослей. Для этого была разработана Комплексная Целевая Программа исследований «Использование

морского растительного сырья из дальневосточных морей в кормах и удобрениях для сельского хозяйства». Реализация данной программы обеспечит:

- увеличение объема разведанных и эксплуатируемых запасов морских растительных ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна;
- создание научных основ развития биотехнологии кормовых продуктов и препаратов из морского растительного сырья для сельского хозяйства;
- создание новых биотехнологических продуктов из морских водорослей и трав для сельского хозяйства;
- расширение кормовой базы для сельскохозяйственных животных;
- развитие производства сельскохозяйственной органической продукции.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Вилкова О.Ю. Место России в мировой добыче морских водорослей. Рыбпром. 2010. №3. – С. 4-8.
1. Vilikova O.YU. Mesto Rossii v mirovoj dobyche morskikh vodoroslej. Rybprom. 2010. №3. P. 4-8.
2. Клочкова Н.Г. Водоросли-макрофиты дальневосточных морей России. Автореф. дис.... докт. биол. наук. Владивосток, 1998.
2. Klochkova N.G. Vodorosli-makrofity dal'nevostochnyh morej Rossii. Avtoref. dis.... dokt. biol. nauk. Vladivostok, 1998.
3. Огородников В.С. Особенности распространения и продуктивность фитомассы основных видов бурых водорослей в сублиторали группы островов северной части Курильской гряды. Растительные ресурсы. 2003. Т.39, вып.1. – 12-18.
3. Ogorodnikov V.S. Osobennosti rasprostraneniya i produktivnost' fitomassy osnovnykh vidov burykh vodoroslej v sublitorali gruppy ostrovov severnoj chasti Kuril'skoj gryady. Rastitel'nye resursy. 2003. T.39, Issue 1. P.12-18.
4. Подкорытова А.В., Вафина Л.Х., Игнатова Т.И. Кормовые добавки из морских водорослей и продуктов их переработки. М.: ВНИРО, 2017.
4. Podkorytova A.V., Vafina L.H., Ignatova T.I. Kormovye dobavki iz morskikh vodoroslej i produktov ih pererabotki. M.: VNIRO, 2017.
5. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2006.
5. Suhoveeva M.V., Podkorytova A.V. Promyslovye vodorosli i travy morej Dal'nego Vostoka: biologiya, rasprostranenie, zapasy, tekhnologiya pererabotki. Vladivostok: TINRO-Centr, 2006.
6. Chatzissavvidis C., Therios I. Role of algae in agriculture / Seaweeds (Ed. Pomin V.H.). Nova Science Publishers, Inc., 2014. P. 1-37.
6. Chatzissavvidis C., Therios I. Role of algae in agriculture / Seaweeds (Ed. Pomin V.H.). Nova Science Publishers, Inc., 2014. P. 1-37.
7. Verkleij F.N. Seaweed Extracts in Agriculture and Horticulture: a Review. Biological Agriculture and Horticulture. An International Journal for Sustainable Production Systems. 1992. Vol. 8(4). P. 309-324
7. Verkleij F.N. Seaweed Extracts in Agriculture and Horticulture: a Review. Biological Agriculture and Horticulture. An International Journal for Sustainable Production Systems. 1992. Vol. 8(4). P. 309-324

Формы существования предкавказской кумжи *S. trutta caucasicus* (Дорофеева, 1967) Каспийского бассейна

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-71-73

Д-р биол. наук,
профессор **Г.М.Магомедов**;
канд. биол. наук, доцент
З.Г. Алибекова;
Р.Н. Рабазанов –
старший преподаватель –
Кафедра ихтиологии,
биологический факультет,
Дагестанский государственный
университет, г. Махачкала,
Республика Дагестан

@ alibekovazarema45@gmail.com

Ключевые слова:
лосось, кумжа, инкубация
икры, маточное стадо,
смолтификация

Keywords:
salmon, brown trout,
incubation of eggs,
broodstock, smoltification

FORMS OF PRE-CAUCASIAN BROWN TROUT *S. TRUTTA CAUCASICUS* (DOROFEEVA, 1967) OF THE CASPIAN BASIN

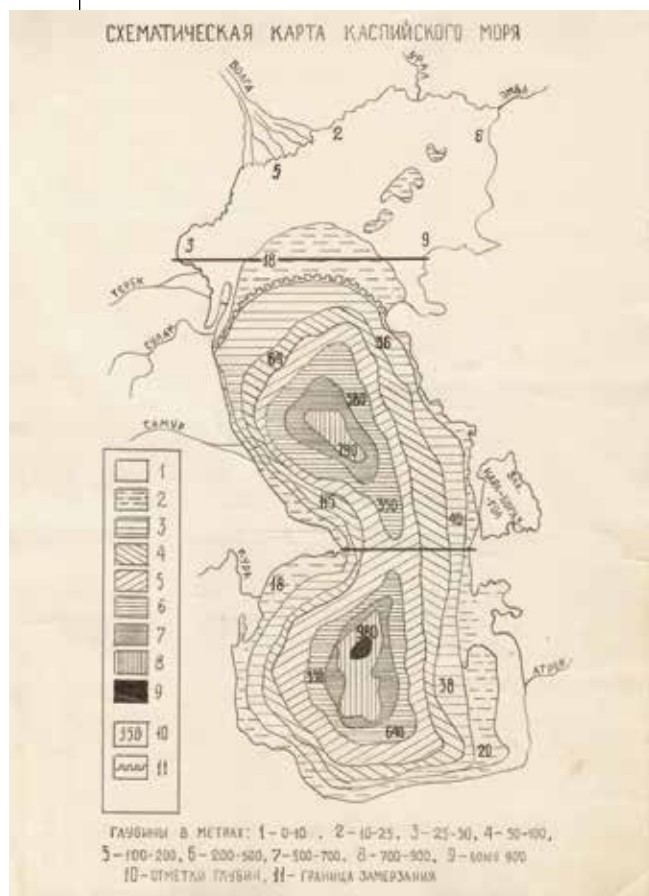
G. Magomedov, Doctor of Sciences, Professor, Z. Alibekova, PhD, Associated Professor, R. Rabazanov – Dagestan State University, alibekovazarema45@gmail.com

A morphological analysis of brooks trout in Dagestan showed that each spawning herd is morphologically unique and differs from the rest in a certain set of characters. However, all of them, when comparing the age composition, spawning conditions, the extent of spawning migrations in rivers, etc. have a lot in common. All of them meet the definition of a population as a group of individuals united by panmixia, a single territory and isolated to one degree or another from similar groups within the species. The morphological characteristics of trout in the upper of rivers Avar, Andi, and Kara-Koysu further confirms the validity of this approach. Presumably, the structure of trout populations is in continuous change and the differences in morphological indicators are phenotypic in nature and reflect the biotic and abiotic conditions prevailing in this region. The interaction of variability and selection in the population maintains a mobile equilibrium of biological properties forms the passing (brown trout) and residential (trout) forms.

The trout of Sulakriver breaks up into several local herds (trout of Avar Koysu, Andi Koysu, Kara-Koysu, etc.) with a specific and limited range of its migrations. To a certain extent, differing from neighboring ones, each of the herds maintains its integrity and does not mix with the rest. Thus, the brooks trout of Dagestan seem to combine two functions - the self-reproduction of local settled populations and generating migrant individuals in the Caspian trout (Terek, Samur, Kara-Su rivers, etc.).

In the rivers of the Kara-Su system, regardless of the place of fishing and the season, trout is represented by almost 100% males. Naturally, the question arises: who ensures the reproduction of trout herds in the absence of females? At the same time, the *Salmo truttacis caucasicus* (Dorofeyeva, 1967) comes to spawn in these rivers, and its livestock is represented exclusively by females (70-80%). Therefore, brooks trout of the Kara-Su system rivers and the *Salmo truttacis caucasicus*, coming here to spawn, should be considered as a single reproduction fund. Eggs, laid by either a brown trout female or a trout female, can leave individuals, that roll into the sea and turn into a passing trout, and individuals that remain in the river will be called brooks trout.

The total reproductive potential of small rivers of the Dagestan coast of the Caspian Sea is currently no less than in native salmon rivers (Terek, Samur). That is why small rivers play an important role in the natural reproduction of trout and brown trout. Among the small salmon rivers of Dagestan, the greatest fishery value have tributaries of the Sulak river, rivers of the Kara-Su system, Shura-ozen, Manas-ozen, etc. Significant differences in the climatic features of these areas inevitably affect the biology of trout inhabiting them.



Форелей принято считать пластичными рыбами. Известны факты превращения ручьевых форелей, т.е. непроходных форм, в проходную форму – кумжу. Об этом свое время писали Кичагов (1937), Суворов (1945) и другие [7; 2]. Известны и обратные примеры. Можно было бы ожидать, что и морфологические признаки их изменяются вслед за изменением образа жизни. Однако анализ отчетных меристических признаков ручьевых форелей из различных водоемов подтверждает их устойчивость, отмеченную Л.С. Бергом.

Г.В. Никольский (1955) указывает, что чем разнообразнее условия, в которых живет популяция, тем больше амплитуда изменчивости свойств, являющихся приспособлением к этим условиям. Мы же писали, что одни авторы, например, Корнилова (1949) и [2; 8] считают исходными формами ручьевых форелей проходных *S. trutta*. Другие [5; 4], напротив, форель считают исходной формой кумжи [15].

Вслед за другими мы полагаем, что ручьевые, озерные форели и каспийская кумжа суть только формы одного вида, которому присущи все переходы.

Исследования изменчивости экологических и морфологических признаков отдельных популяций одного и того же вида рыб, обитающих в разных участках ареала (или отдельного водоема), и выявление адаптивных возможностей этих популяций представляют одно из актуальных направлений развития ихтиологии. Результаты таких исследований позволяют лучше понять общие закономерности измен-

чивости рыб [11]. Изучение этих закономерностей представляет особенно необходимым именно теперь в связи с усиливающимся воздействием антропогенных факторов на живую природу и с происходящими изменениями в экосистемах водоемов, в том числе в бассейне Каспийского моря.

Проведенный морфологический анализ ручьевых форелей Дагестана показал, что каждое нерестовое стадо форели является морфологически своеобразным и по определенному комплексу признаков отличается от остальных. Вместе с тем, все они, при сравнении возрастного состава, условий нереста, протяженности нерестовых миграций в реках и т.д., имеют много общего. Все они отвечают определению популяции как группы особей, объединенных панмиксией, единой территорией и изолированной в той или иной степени от аналогичных групп внутри вида. Морфологическая характеристика форелей верховьев рек Аварского, Андийского и Кара-Койсу еще более подтверждает обоснованность такого подхода. Надо полагать, что структура популяций форелей находится в непрерывном изменении и расхождения в морфологических показателях их носят фенотипический характер и отражают господствующие в данном регионе биотические и абиотические условия. Во взаимодействии вариабельности и подбора в популяции поддерживается подвижное равновесие биологических свойств и образуются проходные (кумжа) и жилые (форель) формы. Такое развитие внутривидовой дифференциации можно рассматривать как проявление глубокой целостности популяции [1; 3].

П.В. Терентьев [14] писал: «Вид является, по моему мнению, конечным таксоном, и формальная («приоритетная») систематика не должна распространяться на внутривидовую изменчивость. Установление бесчисленных сортов низших систематических категорий порочно в силу несоизмеримости средств и природы объекта». Этот автор предупреждал, что в настоящее время, с повышением интересов биологов к популяционной структуре вида, наблюдается механическое перенесение методов, применяемых в систематике видов, к внутривидовым категориям.

Сравнение меристических признаков северной кумжи, каспийской кумжи и эйзенаской форели показывает, что последняя стоит значительно ближе к каспийской, чем к северной. Существенные различия кумжи и форели обнаружены по числу жаберных тычинок и чешуи в боковой линии. По счетным признакам озерные форели Кавказа, в большинстве случаев, различаются. Однако обычно эти различия невелики, хотя и являются достоверными. Результаты подсчетов показывают, что изменчивость числа позвонков и лучей в непарных плавниках у форелей достаточно широка. Можно отметить, что относительно многопозвонковыми (56-61, 56-60) являются форели

озёр Эйзенам и Гек-Гель, а сравнительно малопозвоноквыми (51-56, 53-56) – севанские форели, промежуточное положение занимают ручьевые форели Армении. По числу лучей в спинном плавнике на первом месте стоят форели оз. Гек-Гель (10,7). Эйзенамские форели занимают промежуточное положение между севанскими (8-9), гек-гельскими (10,7) и ручьевыми форелями рек Армении (9,69), по всем показателям меристических признаков гек-гельская форель стоит значительно ближе к эйзенамской, чем к рицинской.

Важнейшим систематическим признаком различия форелей Кавказа, северной кумжи и каспийской кумжи является число жаберных тычинок на первой жаберной дуге. Внутри популяций форели число тычинок варьирует в широких пределах. Морфологическую неоднородность форелей по этому показателю отмечали многие исследователи [16; 17; 4; 2].

Впервые форель оз. Эйзенам была описана экспедицией Севанской озерной станции [18]. Яркость окраски и отсутствие чисто-серебристых тонов, свойственных озерным формам форелей Закавказья, представляют особо отличительную черту эйзенамской форели и приближают ее к ручьевым формам. Устанавливая еще раз довольно резкие отличия эйзенамской форели от форели замкнутых бассейнов Кавказа, которая оказывается более близкой к ручьевым форелям, чем к озерным формам, К.Р. Фортунатова [18] не дает толкования этому интересному явлению. Однако его объяснение можно понять, приняв во внимание запрудное образование котловины озера [12]. После образования запруды в озере оказалась ручьевая форель, которая и претерпела изменения, в связи с новыми условиями обитания. Причины малых размеров и небольшого веса эйзенамской форели, сравнительно с форелями других озер Закавказья, К.Р. Фортунатова [18] усматривает в общих условиях ее питания, а также в массовой зараженности лигулой. Действительно, основная масса эйзенамской форели очень мелкая, хотя среди анализированных нами рыб встречались особи и гигантских размеров (8, 10, 12 16 и 17 кг). Общеизвестно, что ручьевая форель, как по размерам, так и по весу значительно уступает озерным.

Анализ меристических и пластических признаков форелей озер Эйзенам и Мочох, а также особенностей экологии и окраски не позволяет говорить об их таксономической обособленности. Наоборот, почти полное сходство рассмотренных форм свидетельствует об их близком родстве и косвенно указывает на относительно недавнюю и еще неполную дифференциацию.

К.О. Шарипов [19; 20] писал, что для целей систематики было бы небезынтересно заново произвести сравнительное изучение морфологии и экологии форелей Кавказа, с учетом обнаруженного им серологического различия. Не исключено, что форели оз. Эйзенам явля-

Проведенный морфологический анализ ручьевых форелей Дагестана показал, что каждое нерестовое стадо форели является морфологически своеобразным и по определенному комплексу признаков отличается от остальных. Вместе с тем все они, при сравнении возрастного состава, условий нереста, протяженности нерестовых миграций в реках и т.д., имеют много общего, отвечают определению популяции как группы особей, объединенных панмиксией, единой территорией и изолированной в той или иной степени от аналогичных групп внутри вида. Морфологическая характеристика форелей верховьев рек Аварского, Андийского и Кара-Койсу еще более подтверждает обоснованность такого подхода. Надо полагать, что структура популяций форелей находится в непрерывном изменении и расхождения в морфологических показателях их носят фенотипический характер и отражают господствующие в данном регионе биотические и абиотические условия. Во взаимодействии варибельности и подбора в популяции поддерживается подвижное равновесие биологических свойств и образуются проходные (кумжа) и жилые (форель) формы.

Форель р. Сулак распадается на несколько локальных стад (форели Аварского Койсу, Андийского Койсу, Кара-Койсу и т.д.) с определенным и ограниченным ареалом, в пределах которого совершаются ее миграции. В известной степени отличаясь от соседних, каждое из стад сохраняет свою целостность и не смешивается с остальными. Таким образом, ручьевые форели рек Дагестана как бы совмещают две функции – самовоспроизводства местных оседлых популяций и генерирования мигрантных особей в каспийскую кумжу (реки Терек, Самур, Кара-Су и т.д.). В реках системы Кара-Су, независимо от места лова и времени года, форель представлена почти на 100% самцами. Естественно, возникает вопрос: кем же, при отсутствии самок, обеспечивается воспроизводство форелевого стада? В то же время в эти речки заходит на нерест предкавказская кумжа (лох), причем поголовье ее представлено исключительно самками (70-80%). Следовательно, ручьевые форели рек системы Кара-Су и заходящая сюда на нерест предкавказская кумжа должны рассматриваться как единый фонд воспроизводства. Как из икры, отложенной самкой кумжи, так и из икры, отложенной самкой форели, могут выйти особи, которые скатываются в море и превращаются в проходную кумжу, а особи, которые остаются в реке, будут называться ручьевой форелью.

Суммарный репродуктивный потенциал малых рек Дагестанского побережья Каспийского моря в настоящее время не меньше, чем в ископных лососевых реках (Терек, Самур). Именно поэтому малые реки играют важную роль в естественном воспроизводстве форели и кумжи. Среди малых лососевых рек Дагестана наибольшее рыбохозяйственное значение имеют притоки р. Сулак, реки системы Кара-Су, Шура-озень, Манас-озень и т. д. Существенные различия природно-климатических особенностей этих районов неизбежно отражаются на биологии обитающей в них форели.



Предкавказская кумжа
Pre-Caucasian brown trout

ются своеобразным мостом между видами *S. trutta* и *S. ischchan*. В самом деле, концепция, развиваемая Л.С. Бергом [2] о том, что форель есть лишь ручьевая форма кумжи и что там, где нет и никогда раньше не было *S. trutta* и его подвидов, нет и форели, вряд ли приемлема для р. Сулак.

Нет литературных источников о том, что кумжа когда-либо посещала эту реку. В то же время эта мощная река (с водосборной площадью 15218 км² и с 176 м³/с среднего расхода воды) поражает своей кормовой продуктивностью и обилием форели, особенно в верховьях. Условия для размножения кумжи здесь довольно благоприятны. Отсутствие здесь этой рыбы может быть объяснено лишь непроходимостью реки в ее нижнем течении.

Изучение любого вида рыб предполагает исследование его структуры, изменчивости отдельных признаков внутри популяций и сопоставление популяций из разных частей ареала обитания данного вида. В этих целях, когда анализируются изолированные популяции, необходимо обращать внимание не на сам факт изоляции, а на то, насколько изоляция стабильна [13]. В этой связи следует упомянуть, что в 1905 г. в результате оползня в верховьях р. Самур на высоте около 2000 м над уровнем моря было образовано оз. Дженех, или Дюльты-Гель. Площадь его составляла около 60 га, наибольшая длина 1750 м, наибольшая ширина 420 метров. Средняя глубина озера 18 метров. Постоянным обитателем

озера была озерная форель, которая в 1949 г. без серьезного морфо-экологического анализа описывалась Д.З. Деминым как *S. trutta caspius Kessler morpha lacustris*. Линейные размеры дженехской форели выражались следующими цифрами: средняя абсолютная длина 38 см, максимальная – 49 см, минимальная – 23 см. В 70-х годах, в результате размыва валов, озера не стало, его ложе превратилось, как было и прежде, в обычное русло реки. Естественно, описанной Д.З. Деминым [6] озерной форели тоже не стало.

Л.С. Берг [2] в статье о происхождении форелей писал: «Можно высказать предположение, что кавказские форели бассейна Каспийского моря никакого непосредственного отношения к каспийскому лососю не имеют». Но экспериментальные работы, проведенные А.А. Протасовым [10], опровергают этот тезис. Им было доказано, что проходная курунская кумжа, при выращивании потомства в пресной воде, дает формы, аналогичные ручьевым форелям. К.О. Шарипов [19], применяя иммуно-серологический метод, установил близкородственные отношения проходной кумжи из р. Терек и терской форели.

В соответствии с гидробиологическим режимом рек и моря, у форели выработались адаптации по двум основным направлениям – адаптации, связанные с перемещением из рек в море и обратно, и адаптации «оседлого» образа жизни. Оба типа адаптации обеспечивают возможность наиболее полного использования кормовых возможностей моря и рек. При заметном ухудшении кормовой базы в реках, форели, первоначально занимая исходный пресноводный биотоп, способны весьма быстро перейти на нагул в море, где обеспечивают себе интенсивный рост и жиронакопление, что определяет необходимую предпосылку для их ускоренного созревания и размножения. Как показывает пример р. Сулак (здесь нет проходной формы из-за непроходимости реки), миграция форелей в море является не обязательной фазой их жизненного цикла, однако выход в море на откорм (реки Терек, Самур и т.д.) представляет собой одну из важнейших адаптаций вида к увеличению своей численности и биомассы.

Проведенные эксперименты по выяснению отношения ранней молодежи кумжи к воде различной солености позволяют также утверждать, что увеличение солености до 6, 8, 12 не отпугивает их, по мнению Магомедова и других (1985).

Форель р. Сулак распадается на несколько локальных стад (форели Аварского Койсу, Андийского Койсу, Кара-Койсу и т.д.) с определенным и ограниченным ареалом, в пределах которого совершаются ее миграции. В известной степени отличаясь от соседних, каждое из стад сохраняет свою целостность и не смешивается с остальными. Таким образом, ручьевые форели рек Дагестана как бы совмещают

две функции – функцию самовоспроизводства местных оседлых популяций и функцию генерирования мигрантных особей в каспийскую кумжу (реки Терек, Самур, Кара-Су и т.д.).

В реках системы Кара-Су, независимо от места лова и времени года, форель представлена почти на 100% самцами. Естественно, возникает вопрос: кем же, при отсутствии самок, обеспечивается воспроизводство форелевого стада? В то же время в эти речки заходит на нерест предкавказская кумжа (лох), причем поголовье ее представлено исключительно самками (70-80%). Следовательно, ручьевые форели рек системы Кара-Су и заходящая сюда на нерест предкавказская кумжа должны рассматриваться как единый фонд воспроизводства. Как из икры, отложенной самкой кумжи, так и из икры, отложенной самкой форели, могут выйти особи, которые скатываются в море и превращаются в проходную кумжу, а особи, которые остаются в реке, будут называться ручьевой форелью.

Суммарный репродуктивный потенциал малых рек Дагестанского побережья Каспийского моря в настоящее время не меньше, чем в исконных лососевых реках (Терек, Самур). Именно поэтому малые реки играют важную роль в естественном воспроизводстве форели и кумжи. Среди малых лососевых рек Дагестана наибольшее рыбохозяйственное значение имеют притоки р. Сулак, реки системы Кара-Су, Шура-озень, Манас-озень и т.д. Существенные различия природно-климатических особенностей этих районов неизбежно отражаются на биологии, обитающей в них, форели.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Абакумов В.А. Локальные нарушения репродуктивной изоляции между лососем и кумжей // Труды ВНИРО. М. 1971. т.42. С. 167-169.
1. Abakumov V.A. Lokal'nye narusheniya reproduktivnoj izolyacii mezhdru lososem i kumzhej // Trudy VNIRO. M. 1971. V. 42. Pp. 167-169.
2. Берг Л.С. Рыбы пресноводных вод СССР и сопредельных стран // М. 1948. ч.1. С. 159-172.
2. Berg L.S. Ryby presnovodnyh vod SSSR i sopredel'nyh stran // M. 1948. Part 1. Pp. 159-172.
3. Баранникова И.А. Функциональные основы миграции рыб // Л. Наука. 1975. 210с.
3. Barannikova I.A. Funkcional'nye osnovy migracii ryb // L. Nauka. 1975. 210 p.
4. Владимиров В.И. О происхождении форелей Закавказья // Изд. АН Арм.ССР. 1944. №1. С. 145-146.
4. Vladimirov V.I. O proiskhozhdenii forelej Zakavkaz'ya // Izd. AN Arm.SSR. 1944. №1. Pp. 145-146.
5. Державин А.Н. Каспийский лосось. Сборник, посвященный памяти Н.М.Книповича // М. Изд. АН СССР. 1939. С.187-203.
5. Derzhavin A.N. Kaspijskij losos'. Sbornik, posvyashchennyj pamyati N.M.Knipovicha // M. Izd. AN SSSR. 1939. Pp. 187-203.
6. Демин Д.З. Высокогорное форелевое озеро Дженех // Тр. Даг. сельхоз. инс-та. Махачкала. 1949. т.4. вып.1. С.153-156.
6. Demin D.Z. Vysokogornoe forelevoe ozero Dzhenekh // Tr. Dag. sel'hoz. ins-ta. Mahachkala. 1949. V. 4. Issue 1. Pp. 153-156.
7. Кичагов А.Л. Выращивание ручьевой форели в море // Рыбное хозяйство. 1937. т.4. С.12-
7. Kichagov A.L. Vyrashchivanie ruch'evoj foreli v more // Rybnoe hozyajstvo. 1937. V. 4, P.12-
8. Осинов А.Г. К вопросу о происхождении современного ареала кумжи *Salmo trutta L.* (Salmonidae), (Данные по биохимическим маркерам генов) // Вопр. ихтиологии, 1984, т.24, вып 1. С. 11-13.
8. Osinov A.G. K voprosu o proiskhozhdenii sovremenno go areala kumzhi *Salmo trutta L.* (Salmonidae), (Dannye po biokhimicheskim markeram genov) // Vopr. ihtologii, 1984, V. 24, Issue 1. Pp. 11-13.
9. Правдин И.Ф. Ручьевая форель в притоках Ладозского озера // Изв. Карело-Фин. фил. АН СССР №2. 1949. №3. с.56.
9. Pravdin I.F. Ruch'evaya forel' v pritokah Ladozhskogo ozera // Izv. Karelo-Fin.fil. AN SSSR №2. 1949. №3. P. 56.
10. Протасов А.А. К вопросу о происхождении каспийского лосося // Инф. сб. ВНИРО, 1960. №9. С.10-19.
10. Protasov A.A. K voprosu o proiskhozhdenii kaspijskogo lososya // Inf. sb. VNIRO, 1960. №9. Pp. 10-19.
11. Решетников Ю.С. Изменчивость рыб и экологическое прогнозирование // М. Наука. 1979. С. 1-3.
11. Reshetnikov YU.S. Izmenchivost' ryb i ekologicheskoe prognozirovanie // M. Nauka. 1979. Pp. 1-3.
12. Саидов Ю.С. Дагестанская форель // Природа, 1963. №4. С.97-99.
12. Saidov YU.S. Dagestanskaya forel' // Priroda, 1963. №4. Pp.97-99.
13. Савваитова К.А. О структуре вида у рыб высоких широт // Современные проблемы ихтиологии, М., Наука, 1981, С. 106-108.
13. Savvaitova K.A. O strukture vida u ryb vysokih shirot // Sovremennye problemy ihtologii, M., Nauka, 1981, Pp. 106-108.
14. Терентьев П.В. В защиту вида как конечного таксона // Зоол.журнал, 1968, т.17, вып.6, С.890-892.
14. Terent'ev P.V. V zashchitu vida kak konechnogo taksona // Zool.zhurnal, 1968, V. 17, Issue 6, Pp. 890-892.
15. Магомедов Г.М. Систематика, экология и культивирование лососевых рыб Дагестана и сопредельных территорий // М. 2007. С. 12-15.
15. Magomedov G.M. Sistematika, ekologiya i kul'tivirovanie lososevyh ryb Dagestana i sopredel'nyh territorij // M. 2007. Pp. 12-15.
16. Фортунатов М.А. Форели Севанского озера *Salmo ischchan Kessler* // Тр. Севанск. озern. станции, 1927., т.1, вып.2, 131с.
16. Fortunatov M.A. Foreli Sevanskogo ozera *Salmo ischchan Kessler* // Tr. Sevansk. ozern. stancii, 1927., V. 1, Issue 2, 131 p.
17. Фортунатова К.Р. Форели озера Гель-Гель // Труды Севанск. гидробиол. станции, 1929, т.1, вып.2, 68с.
17. Fortunatova K.R. Foreli ozera Gel'-Gel' // Trudy Sevansk. gidrobiol. stancii, 1929, V. 1, Issue 2, 68 p.
18. Фортунатова К.Р. Форели озера Эйзенам // Труды Севанск. озern. станции. Тифлис, 1933, т.3, вып.2, С.73-76.
18. Fortunatova K.R. Foreli ozera Eizenam // Trudy Sevansk. ozern. stancii. Tiflis, 1933, V. 3, Issue 2, Pp. 73-76.
19. Шарипов К.О. Антропогенные особенности каспийского лосося и ручьевых форелей рек Терека и Сулака // Вопр. Ихтиологии, 1970. т.10, вып.4(63), С.761-765.
19. SHaripov K.O. Antropogennye osobennosti kaspijskogo lososya i ruch'evyh forelej rek Tereka i Sulaka // Vopr. Ihtologii, 1970. V. 10, Issue 4(63), Pp. 761-765.
20. Шарипов К.О. Иммуно-серологические особенности севанских форелей в связи с их классификацией // Зоол.журнал, 1975, т.54, вып.11, С. 1731-1733.
20. SHaripov K.O. Imunno-serologicheskie osobennosti sevanskih forelej v svyazi s ih klassifikaciej // Zool.zhurnal, 1975, V. 54, Issue 11, Pp. 1731-1733.

Биология, экология и рыбохозяйственное значение леща *Abramis Brama L.* (Linnaeus, 1758) Кенозерского национального парка

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-76-79

Канд. биол. наук
Г.А. Дворянкин –
 Ведущий научный
 сотрудник, Федеральный
 исследовательский центр
 комплексного изучения
 Арктики имени академика
 Н.П. Лаверова Уральского
 отделения Российской
 академии наук (ФГБУН
 «ФИЦКИА УрО РАН»)

@ dga130157@gmail.com

Ключевые слова:
 Кенозерский национальный
 парк, озера, лещ, биология,
 экология, численность,
 рыболовство

Keywords:
 Kenozersky national Park,
 lakes, bream, biology, ecology,
 population, fishing

BIOLOGY, ECOLOGY AND FISHERY VALUE OF BREAM *ABRAMIS BRAMA* (LINNAEUS, 1758) OF KENOZERSKY NATIONAL PARK

G. Dvoryankin, PhD – N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, dga130157@gmail.com

Bream (*Abramis Brama L.*) inhabits the largest lakes – the Kenozero and the Lekshmozero (Belomorsky basin) of the Kenozero national Park territory, as well as Lake Maselgskoe (Baltic basin), forming three independent, geographically and reproductively isolated populations. In its habitat, bream is the dominant species and hence a permanent fishing object for local fishermen. This article publishes data on all three bream populations obtained during own research. Information about its biology, ecology, and population is provided. An assessment of the stock state and bream role in the local's life as an aquatic living resource is given. It is shown that in Kenozero lake and Lekshmozero lake bream formed a stable and prosperous population. These are the main fishing lakes of the Park providing up to 95% of all fish catches. In general, in 2019 the share of bream in the total fish production of the protected areas' lakes was about 14% according to official statistics. The current volume of bream catch does not harm the populations of this species and the biodiversity of water ecosystems in the protected areas.

ВВЕДЕНИЕ

Кенозерский национальный парк (КНП) уникален, во многом благодаря своим пресноводным экосистемам – многочисленным озерам и рекам. Большая часть из них относится к бассейну Белого моря, остальные – к Балтийскому бассейну. Всего на территории Парка расположено почти 300 озер и десятки водотоков. Площадь всех водоемов более 200 кв. км, и это чуть меньше 14,5% всей территории КНП. К самым большим и имеющим наибольшее биологическое разнообразие относятся Кенозеро и Лекшмозеро (бассейн Белого моря) и озера Масельское и Наглимозеро (бассейн Балтийского моря), на которые приходится около 70% площади всех водоемов

ООПТ. На берегах этих озер проживает более 90% постоянного населения КНП. В соответствии с российским законодательством [1] и Положением национального парка, администрация ООПТ обязана сохранять традиционные промыслы, основным из которых является добыча рыбы. На озерах КНП в настоящее время вылавливается несколько десятков тонн ряпушки, щуки, леща, окуни и других водных биоресурсов. В то же время другая главная задача ООПТ – сохранение видового разнообразия рыб, среди которых есть редкие, охраняемые и промысловые виды рыб. Таким образом, для решения проблемы защиты биоразнообразия водных экосистем Парка и сохранения на

его территории традиционных промыслов, требуется постоянный мониторинг состояния ихтиофауны водоемов ООПТ, где лещ – один из основных видов. Целью проведенных исследований была оценка состояния популяций леща главных озер Парка, величины его запасов, роли в жизни водных биоценозов и местного населения. Это первое и пока единственное комплексное изучение популяций леща Кенозерья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые работы на водоемах КНП проводились с 2008 по 2019 гг. непосредственно автором статьи. Цель исследований – изучение состояния ихтиофауны выделенных мониторинговых водоемов, выяснение соотношения и численности обитающих там видов рыб, линейных и весовых особенностей представителей разных популяций, абсолютной и относительной плодовитости, экологических характеристик разных популяций. В указанный период был организован контрольный лов рыбы, в том числе и леща, с последующим проведением полного биологического анализа. Использовался также биологический материал из любительских уловов. Добыча рыбы осуществлялась с помощью ставных сетей с размером ячеи от 18 до 60 мм, рюж, мереж и удебных орудий лова. Сети выставлялись на разных биотопах и глубинах от уреза воды до ложа водоема. Всего было добыто и проанализировано 437 экз. леща. Обработка ихтиологических проб проводилась по стандартным методикам [2; 3; 4]. В качестве возрастной регистрирующей структуры использовались чешуя и спицы жестких лучей грудного и спинного плавников (для крупных особей). Для оценки плодовитости применялся весовой метод. Для статистической обработки данных использовался пакет MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В Кенозере лещ в общей выборке из любительских и научных уловов был представлен 179 экз., включа-

ющих лещ (*Abramis Brama L.*) на территории Кенозерского национального парка встречается в самых больших водоемах ООПТ – Кенозере и Лекшмозере (Беломорский бассейн), а также в озере Масельском (Балтийский бассейн), образуя три самостоятельных, географически и репродуктивно изолированных популяции. В местах своего обитания лещ является доминирующим видом и, как следствие, постоянным объектом добычи для рыбаков-любителей из числа местных жителей. В данной статье опубликованы данные по всем трем видам популяций леща, полученные в ходе собственных исследований. Представлены сведения о его биологии, экологии, численности. Дана оценка состояния запаса и роли, которую лещ играет в жизни местных жителей в качестве водного биологического ресурса. Показано, что в Кенозере и Лекшмозере лещ образовал стабильные и процветающие популяции. Это главные рыбохозяйственные водоемы Парка, где добывается более 95% всей рыбы. В целом на озерах ООПТ в 2019 г. доля леща в общей добыче рыбы на озерах ООПТ, согласно официальной статистике, составила около 14%. Существующий объем вылова леща не наносит ущерб популяциям этого вида и биоразнообразию водных экосистем ООПТ.

ющими рыб 14 возрастных групп (от 1+ до 14+). Размеры добытой рыбы колебались в среднем от 8-9 см и 11-13 г у двухлеток, до 39-40 см и около 1300 г – у 15-летних особей. В пробе доминировали особи не половозрелые – 6-10 лет (почти 79% от всей выборки). Их промысловая длина колебалась в пределах 23-31 см, масса 250-700 г. (табл. 1). Упитанность кенозерского леща по Фультону и по Кларк возрастает до 10-11 лет (возраста массового созревания) с 1,74 до 2,25 и с 1,6 до 2,1, соответственно. С возраста 12 лет упитанность начинает снижаться.

Устойчивость леща Кенозера к прессу рыболовства помогает сохранять многовозрастная структура

Таблица 1. Размерно-возрастная характеристика леща Кенозера /

Table 1. Size and age characteristics of bream inhabiting the Lake Kenozero

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
1+	8,8±0,3	12±2,0	2	1,1
2+	11,6	29	1	0,6
3+	12,5±0,31	37±2,0	2	1,1
4+	16,6±0,33	93±3,2	3	1,7
5+	20,1±0,19	171±7,1	11	6,1
6+	23,1±0,37	257±11,4	29	16,2
7+	25,8±0,28	369±7,8	36	20,1
8+	27,8±0,58	476±28,1	34	19,0
9+	27,9±0,83	489±52,4	21	11,7
10+	30,4±0,77	631±31,5	21	11,7
11+	31,3±0,80	707±80,1	10	5,6
12+	35,0±1,8	952±387	4	2,2
13+	38,2±1,42	1140±271	2	1,1
14+	39,4±0,3	1290±55,2	3	1,7
Всего			179	100

Таблица 2. Размерно-возрастная характеристика леща Лекшмозера /
Table 2. Size and age characteristics of bream inhabiting the Lake Lekshmozero

Возраст, г.	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
3+	16,4±0,18	93±6,2	14	7,7
4+	19,8±0,37	177±13,7	17	9,3
5+	23,2±0,41	319±35,0	14	7,7
6+	27,3±0,24	472±18,7	25	13,7
7+	34,0±0,25	882±18,9	108	59,3
10+	40,0	1800	1	0,6
16+	50,5±0,50	2850±350	2	1,1
21+	75,0	6100	1	0,6
Всего			182	100

Таблица 3. Размерно-возрастная характеристика леща оз. Масельгского /
Table 3. Size and age characteristics of bream inhabiting the Lake Maselgskoe

Возраст, лет	Средняя длина (AD), см	Средняя масса, г	Количество исследованных рыб	
			экз.	%
0+	2	3	4	5
2+	14,1±0,72	58±9,2	3	3,9
3+	17,0±0,47	100±8,1	14	18,4
4+	19,7±0,26	161±7,5	17	22,4
5+	22,0±0,36	227±18,3	10	13,2
6+	25,7±0,25	364±12,9	13	17,1
7+	27,1±0,25	426±12,0	13	17,1
8+	29,0±0,43	537±18,7	5	6,6
12+	40,1	1106	1	1,3
Всего			76	100

его популяции. О высокой численности вида и стабильности популяции говорит и статистика промысла. Последние 8 лет объемы изъятия леща в Кенозере остаются практически на одном уровне и равняются, в среднем, 11-13 т в год (в 2019 г. добыто почти 14 т) или 14-15% от общей добычи рыбы на водоеме.

Для Лекшмозера многовозрастная структура добываемого леща также является характерной осо-

бенностью. В выборке из любительских и научных уловов лещ был представлен 182 экз., включающими особей 8 возрастных групп (от 3+ до 21+). Лекшмозерский лещ растет быстрее, чем представители этого вида в Кенозере. Средние размеры исследованных рыб менялись от 16-17 см (AD) и 85-100 г у особей в возрасте 3+ до 75 см и 6100 г – у самки в возрасте 21+ (табл. 2). При этом, выловленный в 2008 г. этот экземпляр леща – самый большой изученный представитель этого вида в Архангельском регионе. Упитанность леща Лекшмозера по Фультону выше, чем у кенозерских особей, и колеблется с возрастом разнонаправленно от 2,07 до 2,81. Упитанность по Кларк с возрастом увеличивается от 1,76 до 2,05.

В выборке преобладали рыбы в возрасте 7+. Это возраст массового созревания леща, поэтому почти 60% всего улова пришлось как раз на впервые нерестящихся особей. Однако, как и в Кенозере, многовозрастной характер популяции позволяет сохранять ее устойчивость. О стабильном состоянии популяции местного леща говорит и промысловая статистика. Согласно этим данным, последние восемь лет в Лекшмозере добывалось в среднем 2-3 т леща ежегодно (это 7-8% от общего вылова на водоеме). Таким образом, мы можем утверждать, что состояние популяции леща в Лекшмозере можно обоснованно считать вполне удовлетворительным.

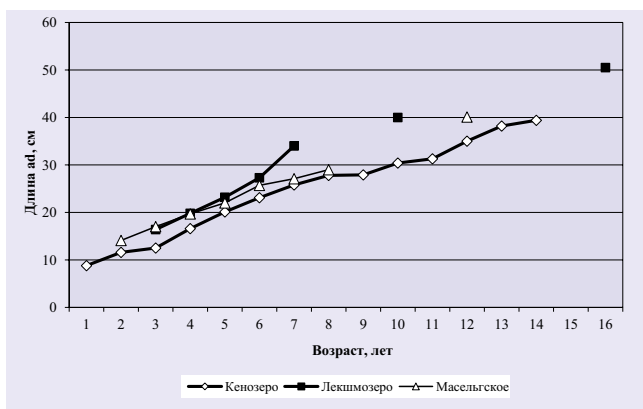


Рисунок 1. Линейный рост леща из разных водоемов КНП

Figure 1. Linear growth of bream inhabiting different water bodies of the protected area

В оз. Масельгском (Балтийский бассейн) лещ имеет линейные и весовые характеристики промежуточные между особями двух других популяций. В контрольных и любительских уловах он был представлен 76 особями от 0+ до 12+ длиной от 2 см и массой 3 г до 40,1 см и 1106 г соответственно возрасту (табл. 3). Доминантной возрастной группы в пробе не отмечено. Упитанность леща оз. Масельгского от возраста практически не зависит и колеблется от 1,72 до 2,20 по Фульгону и от 1,48 до 2,00 – по Кларк.

Упитанности леща всех водоемов Парка свойственна одна особенность – у самых старших возрастных групп (как правило после достижения массового созревания) она снижается и по Фульгону, и по Кларк. При этом упитанность этих северных популяций леща сравнима с упитанностью представителей этого вида из Волжского бассейна [5].

Сравнительные данные по линейному росту леща из разных водоемов Парка показаны на рисунке 1. Интересно, что по своим линейным и весовым характеристикам даже относительно тугорослый лещ Кенозера не уступает представителям этого вида из гораздо более южного Куйбышевского водохранилища, а лещ Лекшмозера показывает более высокие показатели роста [5].

Репродуктивные характеристики леща из разных озер Кенозерского национального парка значительно отличаются друг от друга. Так, лещ оз. Масельгского созревает в 5-7 лет. Абсолютная плодовитость впервые нерестящихся самок в этом возрасте относительно небольшая и сильно варьирует у отдельных особей от 23 до 51 тыс. икринок. Такие большие колебания абсолютной плодовитости характерны для леща и наблюдаются и в водоемах других регионов [6]. Относительная плодовитость при этом самая высокая среди изученных популяций леща – 115 икринок. Коэффициент половой зрелости равен 8,3.

Лещ Лекшмозера массово созревает также в 6-7 лет. Но размеры его в этом возрасте значительно больше – длина 27-31 см и масса 500-800 граммов. Плодовитость самок несколько выше, чем в оз. Масельгском, и составляет в 7 лет, в среднем, 68 тыс. икринок, что все равно ниже, чем у лещей из более южных популяций [6]. Относительная плодовитость и коэффициент половой зрелости, наоборот, меньше – 73 тыс. икринок и 4,9 соответственно.

Самки кенозерского леща массово созревает только в 10-11 лет (самцы на 1-2 года раньше). Такое позднее созревание леща отмечено в регионе впервые и наблюдается только в данном водоеме. Размеры впервые нерестящихся местных лещей составляют, в среднем, 33 см, а масса – 700-900 граммов. Абсолютная плодовитость кенозерского леща в этом возрасте равняется, в среднем, 52,5 тыс. икринок, относительная – 72 тыс. икринок. Коэффициент половой зрелости равен 6,1.

ВЫВОДЫ

На территории Кенозерского национального парка обитает три популяции леща, при этом две самых многочисленных представлены в основных водоемах ООПТ – Кенозере и Лекшмозере. Здесь лещ получил широкое распространение и вошел в так называемые «ядра» местных ихтиоценозов. Он благополучно обитает и в глубоководном и относительно малокормном

Кенозере, и мелководном и более высококормном Лекшмозере. Адаптация леща на неблагоприятные условия среды выражается в замедлении темпов весового и линейного роста и более позднем созревании (Кенозере). При этом его численность остается на высоком уровне.

Лещ является одним из главных объектов рыболовства в Кенозере и достаточно важным в Лекшмозере. В обоих водоемах ведется сетный лов этого вида, преимущественно зимой и в начале лета. Например, в Кенозере ежегодная добыча леща за последние восемь лет составила в среднем 11-13 т (в 2019 г. – почти 14 т) или 14-15% от общего объема добычи на водоеме. В Лекшмозере вылавливается в среднем 2-3 т леща в год, что составляет 7-8% от общего вылова [7]. Запасы этого вида в обоих водоемах оцениваются как высокие. Существующий объем вылова леща практически не затрагивает численность и не оказывает влияния на его воспроизводство. Важным компенсаторным механизмом устойчивости обеих популяций является их многовозрастная структура.

Работа выполнена за счет средств целевой субсидии на выполнение государственного задания «Исследование закономерностей формирования пресноводной ихтиофауны Европейского северо-востока России в условиях меняющегося климата и воздействия антропогенных факторов» 0332-2019-0001, гос. регистрации АААА-А19-119011690119-9.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями на 3 августа 2018 года). URL: <http://docs.cntd.ru/document/9010833> (дата обращения: 20.02.2020)
1. Russian Federal Law «On specially protected natural areas» (with changes made 03 august 2018). URL: <http://docs.cntd.ru/document/9010833> (visited 20.02.2020)
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, 1966. 376 с.
2. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb. M.: Pishchepromizdat, 1966. 376.
3. Чутунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР. 1959. 164 с.
3. Chugunova N. I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb. M.: Izd-vo AN SSSR. 1959. 164.
4. Мирошникова Е. П. Частная ихтиология: практикум. М.: ОГУ, 2011 г. 184 с.
4. Miroshnikova E. P. Chastnaya ihtologiya: praktikum. M.: OGU, 2011. 184 p.
5. Кузнецов В.А., Кузнецов В.В. Сравнительная характеристика биологических показателей леща *Abramis brama* в Камском и Волжском плесах Куйбышевского водохранилища // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2017. № 2. С. 56-63.
5. Kuznecov V.A., Kuznecov V.V. Sravnitel'naya harakteristika biologicheskikh pokazatelej leshcha *Abramis brama* v Kamskom i Volzhskom plesah Kujbyshevskogo vodohranilishcha // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo. 2017. № 2. Pp. 56-63.
6. Левашина Н.В., Иванов В.П. Плодовитость леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) дельты Волги // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2018. № 2. С. 49-61.
6. Levashina N.V., Ivanov V.P. Plodovitost' leshcha (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) del'ty Volgi // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo. 2018. № 2. Pp. 49-61.
7. Дворянкин Г.А. Рыбы Кенозерского национального парка. Архангельск, 2016. 100 с.
7. Dvoryankin G.A. Ryby Kenozerskogo nacional'nogo parka. Arhangel'sk, 2016. 100 p.

Цифровая гетерогенная динамическая модель выращивания пеляди *Coregonus peled* Gmelin

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-80-85

Д.И. Наумкина – ведущий специалист группы гидробиологии; д-р с/х наук, профессор
А.А. Ростовцев – главный научный сотрудник;
А.Л. Абрамов – руководитель филиала, Новосибирский филиал «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Новосибирск, Россия

@ sibirniiproekt@mail.ru

Ключевые слова: пелядь, товарное выращивание рыбы, водная экосистема, динамическая модель, программа MAEcoS, озеро Ик

Keywords: peled, commercial fish farming, aquatic ecosystem, dynamic model, MAEcoS program, Lake Ik

DIGITAL HETEROGENEOUS DYNAMIC MODEL OF GROWING PELED COREGONUS PELED GMELIN

D. Naumkina, A. Rostovtsev, Doctor of Sciences, Professor, **A. Abramov** – Novosibirsk branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, sibirniiproekt@mail.ru

The article provides an example of constructing a complex dynamic model of a biological and economic system with the commodity two-year-old peled growing in Lake Ik in 2017-2018 as a case study. A brief description of the lake and a detailed description of the principle of constructing a heterogeneous dynamic model are given. A block diagram of a heterogeneous biological and economic system is under construction. The scenario of temporal development of the system is described. As a result, the model itself is presented in the form of graphs showing time dynamics of the amount of food, fish biomass, and working capital of the peled growing business process.

Математические модели давно используются для описания развития биосистем во времени [1; 2]. Математические модели состоят из различной степени сложности и подробности. Многие зависят от объекта исследования – чем сложнее объект, тем большее количество значимых взаимодействующих компонентов системы должно учитываться. Водная экосистема является частным вариантом биосистем, которые в последнее время исследуются научными специалистами с целью организации более рационального использования водных биоресурсов [3; 4].

В классической постановке математическая модель водной экосистемы показывает трофические связи между популяциями живых организмов, описываемых переменными, означающими количество организмов ($N_i(t)$) [5], либо биомассу организмов ($M_i(t)$) [6]. Использование ресурсов водных экосистем в хозяйственной деятельности человека непосредственно связано с экономическими показателями, характеризующими эффективность производства водной продукции, на которых основывается планирование финансовой деятельности на определенный период

времени. Расчет экономических показателей производится, как правило, по интегральным характеристикам производства водной продукции и эти показатели не включаются в динамику процессов, происходящих в водной экосистеме.

Целью данной работы является построение гетерогенной динамической модели при двухлетнем товарном выращивании пеляди в незаморном водоеме, при условии ежегодного выселения подращиваемой рыбы и действия антропогенного фактора – ежесезонного частичного вылова, и экономической эффективности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для работы послужили данные: площадь, средняя глубина озера Ик Омской области, с учетом наличия местной ихтиофауны, а также количество посаженных в озеро молоди пеляди в 2017-2018 гг., их индивидуальная масса, общая масса выловленных сеголетков и двухлетков и их индивидуальная масса, выживаемость при двухлетнем сроке выращивания [6].

Для моделирования и анализа применялась программа MAEcoS [7].

Данная работа проводилась впервые.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье рассматривается гетерогенная (неоднородная) модель, описывающая динамические явления при описании процесса товарного выращивания пеляди в озере. При этом под единым понятием «явления» рассматриваются взаимосвязанные биологические и экономические явления, относящиеся к разнородным системам. Их объединение основано на том, что **выращивание** водных биоресурсов человеком связывает эти гетерогенные системы в одну сложную систему с взаимозависимыми переменными. На рисунке 1 представлена блок-схема гетерогенной биолого-экономической системы.

В качестве неизвестных системы рассматриваются переменные, определяющие сценарий развития во времени:

X_1 – масса одного экземпляра рыб, наблюдаемая на протяжении 2-летнего периода жизни от июня 1-го года до конца ноября 2-го года (по этапам: мальки1 с начальным значением $X_1|_{t=0} = 0,03\text{г} \rightarrow$ сеголетки1 \rightarrow двухлетки).

X_2 – количество мальков1 (шт.), наблюдаемых от начала помещения в озеро до времени перехода в категорию сеголетков1 (этот промежуток времени принимается равным 1 мес. = 30 дн.).

X_3 – количество сеголетков1 (шт.), наблюдаемых от времени 30 дн. до времени 360 дн. (1 год), т.е. до времени перехода в категорию двухлетков.

X_4 – количество двухлетков (шт.), наблюдаемых от времени 360 дн. до времени вылова (начало вылова – 510 дн., окончание – 540 дн.).

X_5 – масса одного экземпляра рыб, наблюдаемая на протяжении от июня 2-го года до конца ноября 2-го года (по этапам: мальки2 с начальным значением $X_1|_{t=0} = 0,03\text{г} \rightarrow$ сеголетки2).

В статье приводится пример построения сложной динамической модели биолого-экономической системы на примере товарного двухлетнего выращивания пеляди в озере Ик в 2017-2018 годах. Дается краткое описание озера и подробное описание принципа построения гетерогенной динамической модели. Строится блок-схема гетерогенной биолого-экономической системы. Описывается сценарий развития во времени системы. В результате сама модель представлена в виде графиков изменения во времени: количества пищи, биомассы рыбы и оборотных средств бизнес-процесса выращивания пеляди.

X_6 – количество мальков2 (шт.), наблюдаемых от начала помещения в озеро (360 дн.) до времени перехода в другую категорию – сеголетков2 (этот промежуток времени принимается равным 1 мес. = 30 дн.).

X_7 – количество сеголетков2 (шт.), наблюдаемых от времени 390 дн. до времени вылова (начало вылова – 510 дн., окончание – 540 дн.).

X_8 – кредит – денежные средства (руб.), необходимые для начала организации бизнеса по искусственному выращиванию пеляди в озере.

X_9 – выручка – денежные средства (руб.), полученные от реализации продукции (сеголетки1, двухлетки, сеголетки2).

X_{10} – количество пищи (планктон, бентос), исчисляемое в относительных единицах (о.е.): за 1 о.е. принимается количество пищи, необходимое всем объектам наблюдения (мальки1, сеголетки1, двухлетки, мальки2, сеголетки2) для питания без конкуренции за пищу.

На массовые показатели рыб X_1, X_5 влияет количество потребляемой пищи, на количественные показатели X_2, X_3, X_4, X_6, X_7 влияют естественная смертность и хищники. Размножение планктона и бентоса (пищи) определяется климатическими условиями.

Согласно блок-схеме (рис. 1) составлена расчетная схема для программы MAEcoS [7]. Расчет проводился в относительном времени: за время $t=1$ о.е. принималось 500 дней (1 дн. = 0,002 о.е.), шаг расчета $\Delta t = 0,0001$ о.е. Условно принималось, что 1 мес. = 30 дн. = 0,06 о.е.; 1 год = 12 мес. = 360 дн. = 0,72 о.е.

Численные значения параметров определялись применительно к реальному варианту искусственного разведения пеляди в озере Ик (Омская обл.) в 2017-2018 гг. [6].

Характеристика озера Ик

Площадь озера составляет 71,4 км², глубины: средняя 3,5 м, максимальная – 4,75 м. Грунты профундали представлены иловыми отложениями толщиной до 0,7 м, литорали – заиленными песками. Уровень воды в озере относительно устойчив¹ и предотвращает возможные заморы рыбы, позво-

¹ Водное питание озера поддерживается в основном притоками – реками Яман и Крутиха, а также за счет атмосферных осадков. Устье реки Крутиха, впадающей в озеро с юга, сильно заилено и в маловодные годы сток воды бывает незначителен. Из озера вытекает единственная река Китерма, в её истоке имеется плотина крестьянского типа, поддерживающая горизонт воды в озере. Кроме этого, она соединяет Ик с озером Салтаим [8].

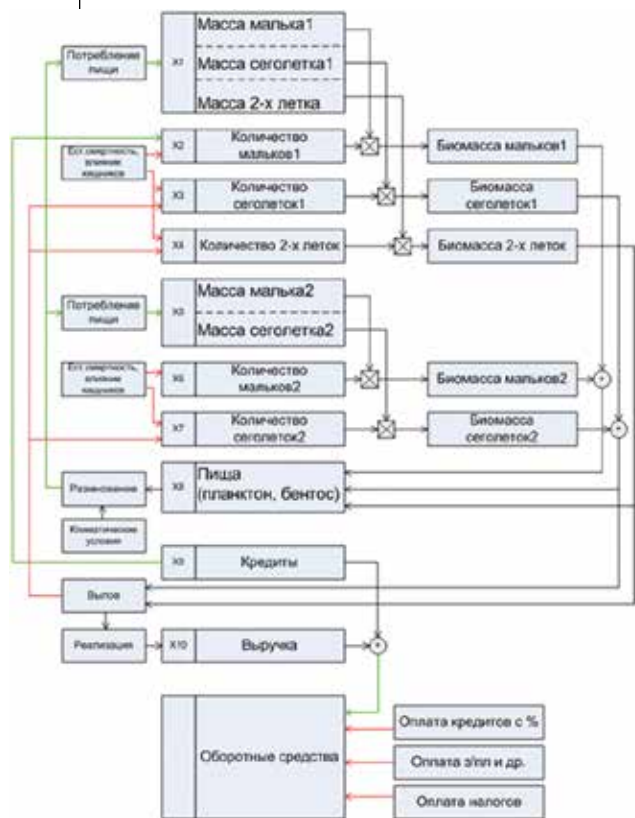


Рисунок 1. Блок-схема гетерогенной биолого-экономической системы
Figure 1. Block-scheme of a heterogeneous biological and economic system

ля выращивать сиговых до двухлетнего возраста.

При выращивании пеляди следует учитывать, что в озере Ик обитают такие хищники, как окунь *Perca fluviatilis* Linne, щука *Esox lucius* L., судак *Sander lucioperca* L., ротан *Perccottus glenii* Dybowski и рыбы, являющиеся конкурентами в питании – карась *Carassius auratus* Bloch, лещ *Abramis brama* L., пелядь *Coregonus peled* Gmelin, сазан *Cyprinus carpio* L., верховка *Leuca spiusdelineates* Heck., и пескарь *Gobio gobio* L. Озеро Ик относится к окунево-карасевым озерам.

Известно [6], что кормовая база озера представлена организмами зоопланктона и зообентоса. Видовой состав зоопланктона наиболее богат в полноводные годы – до 28 видов, в маловодные – 6-8 видов. В исследуемый период 2017-2018 гг. в составе зоопланктона отмечено 20-22 вида из 3 систематических групп: коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные. Средние показатели биомассы в этот период составляли 1,5 г/м³.

В составе донных организмов на озере Ик отмечено 10 таксонов, относящихся к 5 группам: хирономиды (Chironomidae), кулициды (Culicoidae), олигохеты (Oligochaeta), двусторчатые моллюски (Bivalvia) и ручейники (Trichoptera). Наибольший таксономический состав имеет группа хирономид (Chironomidae) – 5 видов с преобладанием крупных личинок *Chironomus plumosus* L., встречающихся повсеместно. Наибольшее количество видов зафиксировано в прибрежной части, к центру

отмечено их уменьшение до 1-2 видов. Средние показатели биомассы зообентоса в этот период составляли 20 г/м².

Уравнения для биосистемы

На озере Ик личинку пеляди (0,003 мг) предварительно подращивают в выростных прудах в течение месяца (30 дн.) и затем в начале июня мальков пересаживают в озеро. Гибель личинок рыбы в первый месяц подращивания и пересадки в озеро составляет около 30%. Следовательно, из посаженных в пруды личинок количеством 15 млн экз., в озеро Ик попадает 10,5 млн экз. молоди рыбы со средней массой малька 0,03 г [8].

В модели не учитывается время, затраченное на подращивание личинки пеляди в выростных прудах, отсчет t=0 начинается с момента посадки молоди рыбы в озеро. Частичный вылов сеголетков (10,0 т) производится на первом году разведения (в течение 15 дн. с начала ноября), второй вылов пеляди (40,0 т) производится в конце второго года (в течение 30 дн. с начала ноября).

Будем исходить из вполне реального предположения, что в оз. Ик изменение массы пеляди на всем времени рассмотрения никак не связано с недостатком пищи, т.е. за пищу конкуренции нет. Вследствие этого изменение массы пеляди можно описать простым уравнением:

$$dX_1/dt = k_1 \cdot X_1; X_1 |_{t=0} = X_{1,0}, \tag{1}$$

решением которого является экспоненциальная функция:

$$X_1(t) = X_{1,0} \cdot e^{k_1 t} = X_{1,0} e^{t/\tau}, \tag{2}$$

где $\tau = 1/k_1$ – постоянная времени (характерное время процесса)².

Период развития пеляди в двухлетний промежуток времени разделим на четыре части:

- 1-ый – с начала июня до начала июля (30 дн., $t_1 = 0,06$, $\Delta t = 0,06$) масса рыбы изменяется с 0,03 г до 1,0 г, тогда в выражении (2) $X_{1,0} = 0,03$; $k_1 = 1/\Delta t \cdot \ln((X_1(t=t_1)/X_{1,0})) = 1/0,06 \cdot \ln(1,0/0,03) = 58,4426$;

- 2-ой – с начала июля до начала декабря (150 дн., $t_2 = 0,36$, $\Delta t = 0,30$) масса рыбы изменяется с 1,0 г до 95,0 г, тогда в выражении (2) $X_{1,0} = 1,0$; $k_1 = 1/\Delta t \cdot \ln((X_1(t=t_2)/X_{1,0})) = 1/0,30 \cdot \ln(95,0/1,0) = 15,18$;

- 3-ий – с начала декабря первого года до начала июня второго года (180 дн., $t_3 = 0,72$, $\Delta t = 0,36$) масса рыбы изменяется с 95,0 г до 120,0 г, тогда в выражении (2) $X_{1,0} = 95,0$; $k_1 = 1/\Delta t \cdot \ln((X_1(t=t_3)/X_{1,0})) = 1/0,36 \cdot \ln(120,0/95,0) = 0,65$;

- 4-ый – с начала июня второго года до начала декабря второго года (180 дн., $t_4 = 1,08$, $\Delta t = 0,36$) масса рыбы изменяется с 120,0 г до 350,0 г, тогда в выражении (2) $X_{1,0} = 120,0$; $k_1 = 1/\Delta t \cdot \ln((X_1(t=t_4)/X_{1,0})) = 1/0,36 \cdot \ln(350,0/120,0) = 2,97345$;

Определенные таким образом параметры будут представлять увеличение массы рыб в условиях достаточного количества пищи (без конкуренции за пищу).

Для количественных переменных $X_2 - X_4, X_6, X_7$ уравнения имеют следующий вид:

² Представленное уравнение для X_1 также справедливо и для переменной X_5 , изменяющейся в другом диапазоне времени.

$$k_{\text{вылов}} \frac{dX_j}{dt} = +k_{(j-1) \rightarrow j}(t) \cdot X_{j-1} - k_{\text{хищ}} X_j - k_{\text{смерт}} X_j - k_{j \rightarrow (j+1)}(t) \cdot X_j - k_{\text{вылов}}(t) \cdot X_j, \quad (3)$$

в которых учитываются изменения численности мальков, сеголетков и двухлетков за счет перехода из одной стадии развития рыб в другую стадию ($+k_{(j-1) \rightarrow j}(t) \cdot X_{j-1}$ – член с положительным знаком и $-k_{j \rightarrow (j+1)}(t) \cdot X_j$ – член с отрицательным знаком³), из-за выедания хищниками и смертности ($(-k_{\text{хищ}} X_j - k_{\text{смерт}} X_j)$ – члены с отрицательными знаками), а также вылова в определенные промежутки времени ($-k_{\text{вылов}}(t) \cdot X_j$ – член с отрицательным знаком⁴). Численные значения параметров уравнений оцениваются с учетом реальных величин выловленной массы рыбы.

Для варианта конкуренции за пищу учет количества пищи производится введением в модель уравнения:

$$dX_{10}/dt = k_{10}(t) \cdot X_{10} - k_M(X_1 X_2 + X_5 X_6) \cdot X_{10} - k_C(X_1 X_3 + X_5 X_7) \cdot X_{10} - k_D(X_1 X_4) \cdot X_{10}; X_{10}|_{t=0} = X_{10,0}, \quad (4)$$

где сумма произведений $(X_1 X_2 + X_5 X_6)$ представляет биомассу мальков1 и мальков2, сумма произведений $(X_1 X_3 + X_5 X_7)$ представляет биомассу сеголетков1 и сеголетков2, произведение $(X_1 X_4)$ представляет биомассу двухлетков;

- коэффициенты k_M, k_C, k_D – коэффициенты метаболизма: отношение массы съеденной пищи к биомассе рыб (соответственно индексам: М – мальков, С – сеголетков, Д – двухлетков);

- $k_{10}(t)$ – коэффициент размножения зоопланктона и зообентоса (пищи), в зависимости от времени от максимальным значением $k_{10, \max} = k_{10}(t)|_{t=0,12; t=0,84}$ в начале августа и минимальным значением $k_{10, \min} = k_{10}(t)|_{t=0,54}$ в конце февраля. Коэффициент $k_{10}(t)$ может быть принят кусочно-постоянным в промежутках времени $t = 0-0,12$ (июнь-июль); $t = 0,12-0,54$ (август-февраль); $t = 0,54-0,84$ (март-июль); $t = 0,84-1,08$ (август-ноябрь). Тогда коэффициент k_{10} определяется по таким же формулам, что и для коэффициента k_1 .

При учете конкуренции за пищу уравнение (1) принимает вид:

$$dX_1/dt = (k_1 \bar{X}_{10}) \cdot X_1; X_1|_{t=0} = X_{1,0}, \quad (5)$$

где \bar{X}_{10} – значение X_{10} , ограниченное сверху величиной 1 ($0 < \bar{X}_{10} \leq 1$), поскольку было принято, что для достаточного питания особям необходимое количество пищи определяется равенством $X_{10} = 1$ о.е. (больше они просто не смогут съесть). В то же время уравнение (4) может допускать любые решения со значениями $X_{10} > 1$. Если такое неравенство выполняется при любом времени, то получается вариант решения без конкуренции за пищу.

Уравнения для финансовых средств

Кредитные средства, полученные на развитие бизнеса, тратятся на приобретение личинок пеляди (15 млн шт. x 200 тыс. руб./млн шт. = 3 млн руб.) и повседневных трат, совершаемых до времени получения выручки от реализованной продукции. Вводится в рассмотрение переменная X_8

– часть кредитных средств, оставшихся после первой покупки личинок. Для описания изменения переменной X_8 используется уравнение:

$$dX_8/dt = -k_8(t), \quad (6)$$

где $k_8(t)$ – функция от времени, означающая скорость изменения наличных кредитных средств за счет повседневных трат (зароботная плата и проч.). Функцию $k_8(t)$ можно представить кусочно-постоянной с разбивкой на периоды:

- 1) $k_{8,1} = \text{const}$ при $t = 0-0,36$ (июнь₁-ноябрь₁);
- 2) $k_{8,2} = \text{const}$ при $t = 0,36-0,72$ (декабрь₁-май₂);
- 3) $k_{8,3} = \text{const}$ при $t = 0,72-1,08$ (июнь₂-ноябрь₂);
- 4) $k_{8,4} = \text{const}$ при $t = 1,08-1,44$ (декабрь₂-май₃)⁵.

Тогда в каждый период времени изменение X_8 будет представляться линейно убывающими функциями. Параметры этих функций определяются фактическими затратами.

На убывающую переменную X_8 вводится ограничение: $X_8 \geq 0$. При невыполнении этого неравенства происходит перенаправление затрат на вычитание из имеющихся средств от выручки продукции X_9 .

Для переменной X_9 выполняется уравнение:

$$dX_9/dt = +C_1(\bar{X}_1 \bar{X}_3) + C_2(\bar{X}_5 \bar{X}_7) + D_2(\bar{X}_1 \bar{X}_4) - K_{\text{затр}}(t), \quad (7)$$

где $C_1(\bar{X}_1 \bar{X}_3)$ – средства (руб.), полученные от реализации ограниченной выловом биомассы сеголетков1 ($\bar{X}_1 \bar{X}_3$) по цене C_1 ;

$C_2(\bar{X}_5 \bar{X}_7)$ – средства (руб.), полученные от реализации ограниченной выловом биомассы сеголетков2 ($\bar{X}_5 \bar{X}_7$) по цене C_2 ;

$D_2(\bar{X}_1 \bar{X}_4)$ – средства (руб.), полученные от реализации ограниченной выловом биомассы двухлетков ($\bar{X}_1 \bar{X}_4$) по цене D_2 ;

$K_{\text{затр}}(t)$ – затраты (зароботная плата и проч.) после перенаправления их от вычитания с кредита.

Оборотные средства X_{11} определяются уравнением

$$X_{11} = X_9 - K_{\text{кред}} - K_{\text{лич}} - k_{\text{налог}} \bar{X}_9, \quad (8)$$

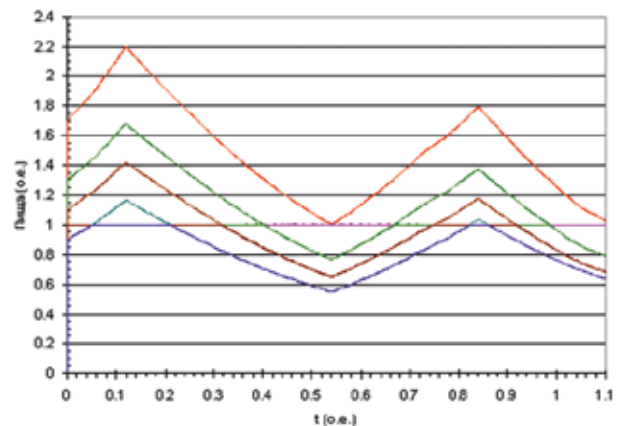


Рисунок 2. Графики изменения во времени количества пищи
Figure 2. Time dynamics of food amount

³ Для мальков1 и мальков2 присутствуют члены только с отрицательными знаками

⁴ Только для сеголетков и двухлетков

⁵ Индекс при названии месяца означает рассматриваемый год (соответственно – 1, 2, 3)

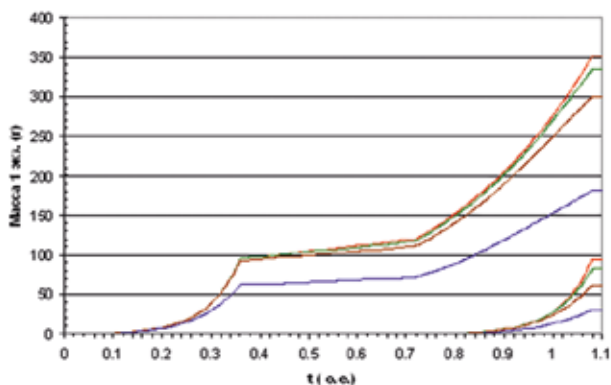


Рисунок 3. Изменения во времени массы 1 экз. пеляди

Figure 3. Time dynamics of peled mass per individual

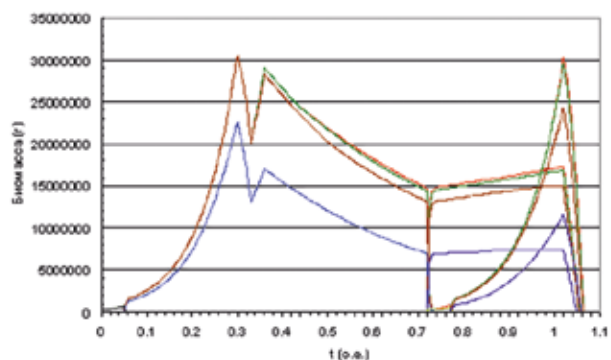


Рисунок 4. Изменение во времени биомассы пеляди

Figure 4. Time dynamics of peled biomass

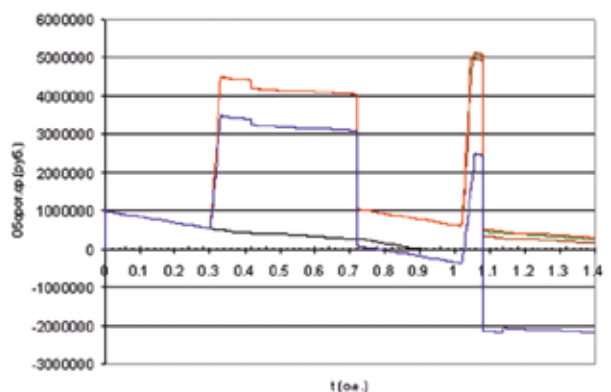


Рисунок 5. Оборотные средства бизнес-процесса искусственного выращивания пеляди

Figure 5. Working capital of artificial peled growing business-process

где $K_{\text{кред}}$ – затраты на погашение кредита с процентами, зависящими от срока, на который дан кредит;

$K_{\text{лич}}$ – затраты на приобретение личинок второй раз;

$k_{\text{налог}} \bar{X}_9$ – выплата налога на прибыль (обозначение X_9 показывает, что прибыль связана с выручкой, ограниченной разными выплатами).

Влияние количества пищи

На рисунках 2-5 представлены результаты расчетов по разработанной модели. Исследовалось влияние количества пищи на динамику процесса искусственного выращивания пеляди в двухлетний период, с частичным выловом сеголетков в первый год. На всех рисунках синим цветом изображены графики в варианте питания без конкуренции за пищу.

На рисунке 2 представлены графики изменения количества пищи, зависящего от времени года и биомассы мальков, сеголетков и двухлетков. Количество пищи, достаточное для питания рыбы на всех этапах ее развития без конкуренции за пищу, лимитируется значением 1 о.е. Все значения пищи меньше 1 о.е. приводят к недостатку в питании. Периоды времени, когда имеет место этот инцидент, определяются по графикам, представленным на рисунке 2 зеленым, коричневым и синим цветом.

На рисунке 3 представлены графики изменения во времени массы (в граммах) за двухлетний период развития 1 экз. пеляди. Как видно из рисунка, недостаток пищи в отдельные периоды жизни пеляди влияет на конечную массу рыбы. Если графики зеленого и коричневого цвета можно принять за допустимые, то график синего цвета необходимо оценить как катастрофический.

Закключение о катастрофичности процесса выращивания пеляди в условиях резкой нехватки пищи подтверждается рисунками 4 и 5. На рисунке 4 представлены графики изменения во времени биомассы пеляди, а на рисунке 5 – графики, характеризующие финансовые показатели бизнес-процесса. Как видно из рисунка 5, катастрофичность процесса приводит к отрицательным значениям оборотных средств уже на уровне $t = 0,8$ (июль 2 года), а в итоговом значении – к убытку более чем в 2 млн рублей.

Влияние промежуточного вылова сеголетков

В предыдущем пункте описан процесс с выловом части сеголетков в первый год. Представляет интерес сравнение этого варианта с вариантом двухлетнего выращивания пеляди без промежуточного вылавливания. Оба варианта рассматриваются в условиях отсутствия конкуренции за пищу.

На рисунке 6 представлены графики изменения биомассы пеляди: зеленым цветом – с промежуточным выловом, красным цветом – с выращиванием пеляди без вылова в первый год.

Суммарная биомасса пеляди к концу двухлетнего периода оценивается следующим образом:

1) с промежуточным выловом – 10 т сеголетков1 + 31 т сеголетков2 + 17 т двухлетков = 58 т рыбы;

2) без промежуточного вылова – 31 т сеголетков² + 37 т двухлетков = 68 т рыбы.

Как видно из приведенных данных, предпочтительнее выглядит вариант без промежуточного вылова пеляди:

1) с промежуточным выловом: 41 т сеголетков х 130 руб./кг = 5,33 млн. руб. + 17 т двухлетков х 200 руб./кг = 3,40 млн. руб. Итого: 8,73 млн. рублей.

2) без промежуточного вылова: 31 т сеголетков х 130 руб./кг = 4,03 млн. руб. + 37 т двухлетков х 200 руб./кг = 7,40 млн. руб. Итого: 11,43 млн. рублей.

Выгода составляет 2,70 млн. рублей.

Однако в конкретных ситуациях ведения бизнеса могут быть признаны другие критерии, определяющие выгодность промежуточного вылова пеляди. Например, условия предоставления кредита (величина, проценты, сроки), текущая и прогнозируемая цена продукции, климатические условия и пр.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная гетерогенная модель для описания процесса искусственного разведения пеляди в озере позволяет объединить разнородные компоненты (биологические и экономические) в сложную систему с взаимодействующими переменными.
2. Построение цифровой модели, основанное на реальных данных по разведению пеляди в озере Ик Омской обл., дало возможность проиграть различные сценарии развития событий с различным влиянием биотических и абиотических факторов.
3. Проведенные расчеты двухлетнего цикла выращивания пеляди с вариантами отсутствия конкуренции за пищу между поколениями пеляди и наличия такой конкуренции показали разные конечные результаты с вариациями от пренебрежимо неразличимых до катастрофических. При этом характеристика результатов наиболее ярко высвечивается экономическими переменными анализируемой сложной системы.
4. Разработанная гетерогенная модель может служить инструментом построения тактики вылова пеляди: с промежуточным выловом части сеголетков в первый год разведения или с конечным выловом всей пеляди на второй год разведения рыбы. В конкретных условиях ведения бизнеса, приведенных в статье, расчетами показано, что более выгодным является разведение пеляди без промежуточного вылова сеголетков.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Lotka A. Elements of Physical Biology. Baltimore, 1925. 460 p. (Переиздание: Lotka A.J. Elements of Mathematical Biology. New York: Dover, 1956).
2. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование / Пер. с франц. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1976. 288 с.

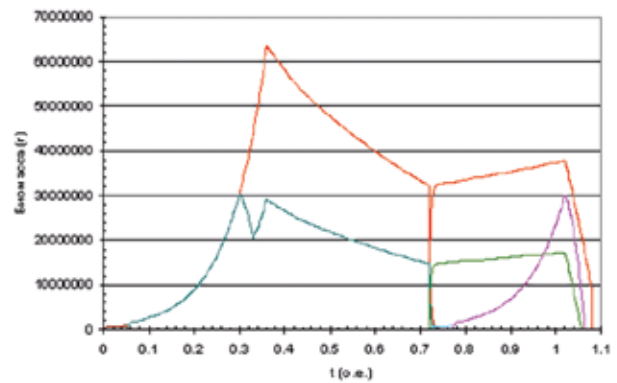


Рисунок 6. Биомасса пеляди при вариантах вылова рыбы (красный цвет – без промежуточного вылова, зеленый – с промежуточным выловом, лиловый – одинаковый для двух вариантов для сеголетков²)

Figure 6. Peled biomass for different fishing variants (red – without intermediate catch, green – with intermediate catch, purple – equal for both variants for yearlings²)

2. Vol'terra V. Matematicheskaya teoriya bor'by za sushchestvovanie / Per. s franc. M.: Nauka, Glavnaya redakciya fiziko-matematicheskoy literatury, 1976. 288 p.
3. Абакумов А.И. Математическое моделирование водных экосистем: история, проблемы, перспективы. Владивосток: Изд-во Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН, 1987. 33 с.
3. Abakumov A.I. Matematicheskoe modelirovanie vodnyh ekosistem: istoriya, problemy, perspektivy. Vladivostok: Izd-vo Instituta avtomatiki i processov upravleniya DVO RAN, 1987. 33 p.
4. Меншуткин В.В., Руховец Л.А., Филатов Н.Н. Моделирование экосистем пресноводных озер (обзор). 2. Модели экосистем пресноводных озер // Водные ресурсы. 2014. Т. 41, №1, С. 24-38.
4. Menshutkin V.V., Ruhovec L.A., Filatov N.N. Modelirovanie ekosistem presnovodnyh ozer (obzor). 2. Modeli ekosistem presnovodnyh ozer // Vodnye resursy. 2014. V. 41, №1, Pp. 24–38.
5. Базыкин А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2003. 368 с.
5. Bazykin A.D. Nelinejnaya dinamika vzaimodejstvuyushchih populjacij. Moskva-Izhevsk: Institut komp'yuternyh issledovanij. 2003. 368 p.
6. Визер А.М., Визер Л.С., Цепенков А.В., Моружи И.В., Осинцева Л.А. Питание и рост пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) в крупном, периодически заморном озере Салтаим-Тенис (Западная Сибирь) // Рыбное хозяйство. 2019. №3. С. 104-107.
6. Vizer A.M., Vizer L.S., Capenkov A.V., Moruzi I.V., Osinceva L.A. Pitanie i rost pelyadi *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) v krupnom, periodicheski zamornom ozere Saltaim-Tenis (Zapadnaya Sibir) // Rybnoe hozyajstvo. 2019. №3. Pp. 104-107.
7. Наумкина Д.И., Наумкин Р.И. Математическое моделирование при оценках продуктивности гаммаруса в озерах Новосибирской области // Рыбное хозяйство. 2018. №1. С. 67-72.
7. Naumkina D.I., Naumkin R.I. Matematicheskoe modelirovanie pri ocnkah produktivnosti gammarusa v ozerah Novosibirskoj oblasti // Rybnoe hozyajstvo. 2018. №1. Pp. 67-72.
8. Наумкина Д.И. Моделирование водных биоресурсов в аквакультуре // Рыбное хозяйство. 2019. №2. С. 82-85.
8. Naumkina D.I. Modelirovanie vodnyh bioresursov v akvakul'ture // Rybnoe hozyajstvo. 2019. №2. Pp. 82-85.

Использование биомассы личинок *Hermetia illucens* для выращивания рыб в аквакультуре (обзор зарубежной литературы)

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-86-92

Рисунок 1. Внешний вид мухи *Hermetia illucens* / Figure 1. Appearance of *Hermetia illucens*

Д-р техн. наук, доцент **И.Г. Шайхиев** – Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань; д-р техн. наук, профессор **С.В. Свергузова**, д-р. техн. наук, доцент **Ж.А. Сапронова**, канд. физ-мат. наук **Е.П. Даньшина** – Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

@ ildars@inbox.ru, pe@intbel.ru, sapronova.2016@yandex.ru, clatienergo@yandex.ru

Ключевые слова: мука, личинки мухи *Hermetia illucens*, кормление рыб, аквакультура

Keywords: flour, *Hermetia illucens* larvae, fish feeding, aquaculture

USING INTACT AND MINCED *HERMETIA ILLUCENS* LARVAE AS A FODDER IN AQUACULTURE (REVIEW OF FOREIGN LITERATURE)

I.G. Shaikhiev, Doctor of Sciences, Associate Professor - Kazan National Research Technological University, Kazan; **S.V. Sverguzova**, Doctor of Sciences; **Zh.A. Sapronova**, Doctor of Sciences, Professor; **E.P. Danshina**, PhD - Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod
ildars@inbox.ru, pe@intbel.ru, sapronova.2016@yandex.ru, clatienergo@yandex.ru

Brief information on the life cycle of the *Hermetia illucens* fly and the use of its larvae biomass as an additive in fodders for animals, birds and fish breeding is presented. The information from foreign literature about the use of flour from the dried larvae of *Hermetia illucens* as ingredients for fish feeding in aquaculture with full or partial replacement of fishmeal and soybean meal is briefly summarized.

Морепродукты, особенно рыба, играют существенную роль в питании людей. За последние несколько десятилетий потребление морепродуктов возросло, и, как ожидается, данная тенденция сохранится в будущем. Прогнозируется, что к 2050 г. население планеты достигнет численности 10 млрд человек. Промысловые уловы, вероятно, достигли своего пика, и поэтому ожидается, что любой значительный рост предложения рыбы в будущем будет происходить, главным образом, за счет аквакультуры. Тем не менее, аквакультура продолжает пола-

гаться на природные запасы, используя рыбную муку для поддержания культуры кормовых видов [1].

В последние десятилетия, благодаря исследованиям в области аквакультурного питания, были выявлены альтернативы традиционным ресурсам морского происхождения. Производители кормов по всему миру используют эту информацию для замены растущего количества рыбной муки и рыбьего жира в комбикормах [2].

В последние несколько лет в мировом сообществе весьма интенсивно развивается новое

инновационное направление – использование насекомых в качестве ингредиента кормов для откорма и выращивания различных видов домашних животных (свиньи, кролики) [3-8], птиц (цыплята, индюшки, перепела) [9-12] и рыб [13-17].

Особый интерес среди всего многообразия насекомых, используемых для питания животных и рыб, привлекают личинки и куколки мухи *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae).

Hermetia illucens – крупная муха из семейства львинковых (*Stratiomyia chamaeleon*), в естественных условиях, в основном, распространена в тропиках и субтропиках. В России носит название «Черная львинка». Название указывает на цвет взрослых особей мужского и женского родов. Тело взрослых мух черного цвета, голени и лапки – белого (рис. 1). Жизненный цикл мух *Hermetia illucens* включает несколько фаз развития (рис. 2) [18]. После вылупления из куколок взрослые особи спариваются на третий день жизни, и уже через несколько дней самка откладывает до 1000 яиц во влажный органический субстрат, в качестве которого возможно использовать навоз крупного рогатого скота и свиней [19-21], куриный помет [22-24], пищевые отходы [25-27], отходы от переработки сельскохозяйственного сырья [28-30] и многие другие органические отходы. Через несколько дней из яиц вылупляются личинки размером до 5 мм, которые развиваются в течение 14-20 дней. За этот отрезок времени личинки Черной львинки усиленно усваивают органический субстрат, увеличиваясь в размерах вплоть до 30 мм в длину, 6 мм в ширину, с соответствующим ростом биомассы. Многочисленными исследованиями выявлено, что личинки могут утилизировать более 50% органического субстрата, превращая его в ценное удобрение.

Когда личинки достигают финальной стадии развития, они превращаются в предкулолок, с последующим окукливанием и превращением в куколки, из которых впоследствии выводятся имаго, и жизненный цикл повторяется. Отличительной чертой личинок *Hermetia illucens* является их состав, включающий, среди прочего, сырой белок, жирные кислоты и хитин. Указывается, что сухое вещество личинок на 32-40% состоит из белков и на 13-42% – жиров, в зависимости от субстрата, на котором они развивались [31; 32].

В составе сухого вещества биомассы личинок *Hermetia illucens* содержатся такие аминокислоты как аргинин, гистидин, лейцин и изолейцин, лизин, фенилаланин, тирозин, валин и др. [33], а также такие кислоты как лауриловая, миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, ленолевая и др. [34].

Данное обстоятельство делает высушенную биомассу личинок *Hermetia illucens* весьма питательной, способной заменить, в частности, рыбную муку при кормлении и выращивании рыб в аквакультуре. В данной статье обобщены сведения об использовании муки из высушенных личинок *Hermetia illucens* для выращивания видов рыб, типичных для условий Российской Федерации.

Приведены краткие сведения о жизненном цикле мухи *Hermetia illucens* и использовании биомассы ее личинок в качестве добавки в рационы для выращивания животных, птиц и рыб. Кратко обобщены сведения из зарубежных литературных источников об использовании муки из высушенных личинок *Hermetia illucens* в качестве ингредиентов в рационе, для кормления рыб в условиях аквакультуры с полной или частичной заменой рыбной муки и соевого шрота.

Форель радужная или микижа (*Oncorhynchus mykiss*) (рис. 3) – объект промышленного выращивания. Также радужная форель разводится для спортивного и любительского рыболовства. В прудах, при условии постоянного кормления искусственными кормами и питания естественной пищей, она быстро наращивает массу тела до 6-8 кг.

За рубежом проводились многочисленные исследования по изучению возможности замены рыбной муки в рационе *Oncorhynchus mykiss* на 25% и 50% высушенной биомассой личинок *Hermetia illucens*. Большой цикл работ проведен итальянскими исследователями. В течение различных временных периодов выращивались особи рыб с первоначальной массой 66,5±2,3 [35], 137±10,5 [36] и 178,9±9,8 г [37-39]. Количество подаваемого корма составляло от 1,2% до 1,5% от биомассы рыб в каждой емкости [36; 38].

Американскими исследователями проводился цикл работ по кормлению особей радужной форели с начальной средней массой 339,4 г [40] и 1458±34 г [41] с заменой 25% и 50% рыбной муки высушенной биомассой *Hermetia illucens*. Рацион содержал в своем составе 45% белков. Польские исследователи откармливали мальков радужной форели массой 53,4±3,4 г в течение 71 дня кормом (исходно 50% овощи + 50% пшеничных отрубей), в котором 20% заменялось

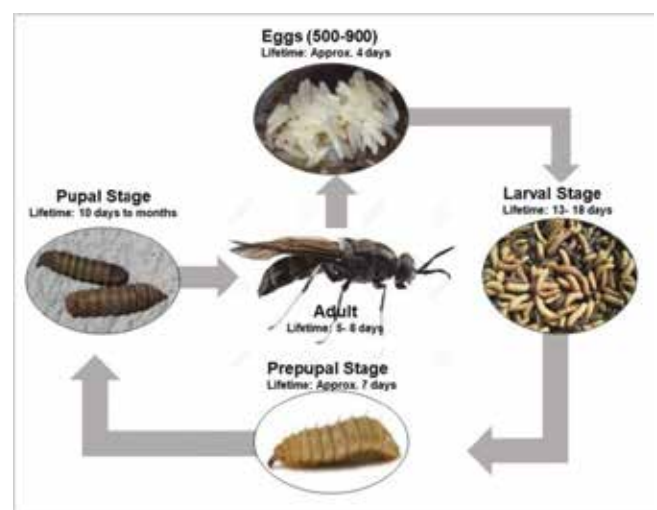


Рисунок 2. Жизненный цикл мухи *Hermetia illucens* [18]

Figure 2. Life cycle of *Hermetia illucens* [18]

мукой из личинок Черной львинки [42]. По окончании экспериментов определялись гистологические изменения во внутренних органах рыб, получавших корм с добавлением биомассы *Hermetia illucens*, с контрольными особями. Указывается, что у рыб, получавших муку из личинок насекомых, наблюдалось повышенное содержание липидов и пониженное – белков. Кроме того, при контрольной дегустации не было выявлено никаких различий, за исключением слегка более темной окраски филе рыб из опытных групп [35].

Выявлено, что кормление мальков радужной форели кормами, содержащими 50% муки из личинок *Hermetia illucens*, снижало желтизну филе и отрицательно влияло на концентрацию аденозинмонофосфата. В составе филе особей из экспериментальных групп увеличилось содержание насыщенных жирных кислот. Не было выявлено никаких изменений в структуре белков, несмотря на то, что содержание миофибрилл уменьшилось у форели, получавшей корм, содержащий 50% биомассы личинок. Результаты показали, что химические изменения, произошедшие в филе, были связаны с химическим составом муки *Hermetia illucens* и ее долей в рационе [43]. В то же время выявлено, что опытные диеты существенно влияют на сенсорный профиль филе форели. Анализ показал существенные изменения воспринимаемой интенсивности аромата, вкуса и текстурных дескрипторов, в зависимости от состава рациона [44].

Физические и химические параметры филе радужной форели были проверены в течение 120 дней хранения в замороженном виде и после приготовления. Филе было получено из особей, получавших корма с заменой диетической рыбной муки на личинок *Hermetia illucens*. Различия в качественных признаках филе появились после 30 дней хранения в замороженном виде, однако они оставались практически неизменными в течение остальных 90 дней. Повышение содержания личинок *Hermetia illucens* в корме не влияло на значение pH, напряжение сдвига, цвет и способность филе удерживать воду [45]. Также указывается, что никаких существенных различий в росте рыб из контрольной и опытных групп не наблюдалось,

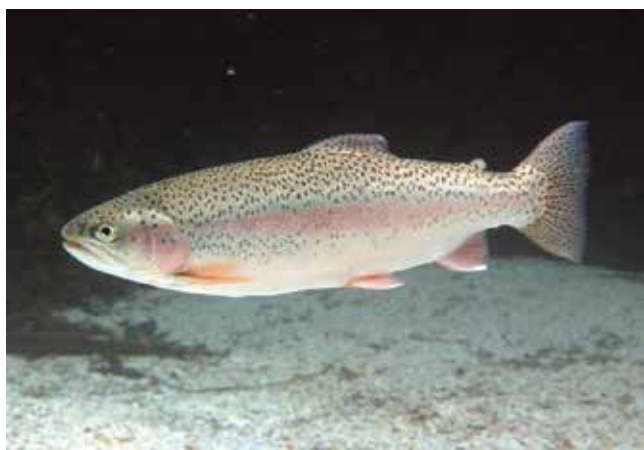


Рисунок 3. Форель радужная
Figure 3. Rainbow trout

однако у особей, которых кормили кормами с заменой половины рыбной муки на высушенную биомассу личинок мух, выявлены изменения как в печени, так и в кишечнике. Кроме того, в той же группе рыб гены, связанные со стрессом и иммунным ответом, были значительно усилены. Гистология печени и инфракрасная визуализация с использованием ИК-Фурье-спектроскопии выявили увеличение отложения липидов [36]. Также выявлено, что использование муки из личинок *Hermetia illucens* вызывало снижение содержания полиненасыщенных жирных кислот в тканях радужной форели. Определено, что кормление экспериментальными рационами не влияло на выживаемость особей, показатели роста, фактор состояния, соматические показатели и параметры физического качества дорсального филе в опытных группах [37]. Гистопатологическое исследование печени, селезенки и кишечника не выявило побочных эффектов после увеличения доли муки из личинок насекомых в рационе рыб [38].

Выявлено, что использование рациона с содержанием личинок насекомых увеличило альфа-разнообразие бактерий и обилие молочнокислых бактерий в кишечнике радужной форели, что может быть связано с привнесением пищевого хитина в состав муки из личинок мухи «Черная львинка». По сравнению с рыбной мукой, кормление личинками привело к увеличению численности филогенических и актинобактерий с более низким содержанием протеобактерий. Рыба, получавшая жирную пищу, содержала *Corynebacterium*, что объяснялось способностью бактерии продуцировать липазу и высоким содержанием пищевых липидов в качестве субстрата [46].

Кроме того, опыты показали, что особи *Oncorhynchus mykiss*, получавшие корм на основе насекомых, продемонстрировали более высокое видовое разнообразие бактерий с уменьшением протеобактерий по сравнению с рыбой, питавшейся рыбной мукой. Включение в рацион рыб муки из личинок насекомых увеличило количество микоплазмы в кишечнике, что объясняется ее способностью продуцировать молочную и уксусную кислоты в качестве конечных продуктов ферментации. Сделан вывод, что микробиота кишечника форели обусловлена, главным образом, пробиотическими свойствами сбраживаемого хитина [47; 48].

Сделаны выводы, что частично обезжиренную муку из личинок *Hermetia illucens* можно использовать в качестве кормового ингредиента в диете форели [49-51]. В частности, указывается, что в Германии для годового производства радужной форели в объеме 8466 т, для замены 1556 т рыбной муки (70,9% белка в день) требуется 2699 т муки из личинок Черной львинки (40,7% белка в день), а сама потребность в пищевых отходах для питания личинок составляет 22942 т [52].

В рационе радужной форели рекомендуется заменять до 50% рыбной муки биомассой личинок *Hermetia illucens*, т.к. это не оказывает отрицательного влияния на биологические показатели рыбы, включая скорость увеличения веса,

удельный темп роста, коэффициент эффективности белка и др. [53].

Рекомендовано проведение дальнейших исследований по влиянию состава и рациона кормления для минимизации наблюдаемых негативных эффектов при использовании личинок насекомых [35-39].

Другим видом, который широко используется в аквакультуре, является **лосось атлантический или семга (*Salmo salar*)** (рис. 4) – вид лососёвых рыб из рода лососей. Может достигать длины 1,5 м и массы 43 кг. Максимальная продолжительность жизни составляет 13 лет. Один из ценнейших промысловых видов среди лососей является объектом искусственного воспроизводства [54], широко культивируется в странах Скандинавии.

Большой цикл работ по исследованию влияния диетической муки и масла из личинок *Hermetia illucens* на рост, производительность, состав тела и усвояемость питательных веществ атлантического лосося проводился учеными из разных стран. Канадскими исследователями проводилось откармливание мальков лосося массой $2,8 \pm 0,1$ г кормами, состоящими из концентратов соевого и кукурузного белка, в соотношении 70:30 с заменой 100, 200 и 300 г/кг эталонной смеси мукой из *Hermetia illucens*. Выявлено, что молодь лосося, получавшая корм, содержащий 20% муки из личинок Черной львинки, продемонстрировала показатели роста аналогичные лососям, получавшим контрольную диету. Делается вывод, что включение муки из личинок *Hermetia illucens* в количестве 200 г/кг в рацион для питания атлантического лосося перспективно в качестве дополнительного источника белка в низкокалорийной муке из растительных ингредиентов [55].

Личинки мух «Черная львинка» выращивались на субстрате из пищевых отходов или среды, частично содержащей водоросли аскофиллума узловатого (*Ascophyllum nodosum*). Определено, что содержание пестицидов, диоксинов, микотоксинов, тяжелых металлов, за исключением соединений мышьяка, в субстрате ниже значений, принятых в Евросоюзе [56]. Выявлено, что источником мышьяка были морские водоросли.

Особей из контрольной группы кормили в течение 8 недель типичной диетой, содержащей белок из рыбной муки и соевый белковый концентрат (СБК) в соотношении 50:50, а также липиды из рыбьего жира и растительного масла в соотношении 33:66. В экспериментальных группах по 100 рыб 85% белка заменялись на муку из личинок насекомых, а растительное масло заменялось на масло, выделенное из личинок *Hermetia illucens* [57]. Показано, что наличие муки из личинок Черной львинки в рационе лососей не изменяло потребление корма и содержание липидов в организме рыб. Несмотря на высокое содержание насыщенных жирных кислот в рационах на основе насекомых, коэффициенты переваримости всех жирных кислот были высокими [58].

Выявлено, что замещение рыбной муки высушенной биомассой личинок не ухудшает качество филе лосося [59]. Кроме того, зафиксировано уве-



Рисунок 4. Лосось атлантический

Figure 4. Atlantic salmon

личение содержания полиненасыщенных жирных кислот в составе филе лососей из экспериментальной группы [60]. Так же определено, что замена рыбной муки в рационе рыб личинкой *Hermetia illucens* не влияет на состояние кишечника атлантического лосося [61].

Замена диетической рыбной муки и СБК на белок насекомых значительно увеличило как гепатосоматический индекс, так и висцеральный соматический индекс атлантического лосося. Включение личинок *Hermetia illucens* в рацион не влияло на протеиназную активность в кишечнике рыб, в то время как активность лейцин-аминопептидазы была ниже у рыб, получавших ингредиенты насекомых, чем в контрольной группе. Показано, что содержание белка, липидов, аминокислот и минералов в организме не зависит от источника белка или липидов [57]. У лосося, питавшегося экспериментальной диетой, отмечено уменьшение размеров печени по сравнению с контрольными особями. Предполагается, что данное обстоятельство связано с быстрым окислением лауриновой кислоты [58; 62]. Изучалось влияние замены рыбной муки на муку из личинок на генные реакции, связанные с воспалением, эйкозаноидным путем и реакцией рыб на стресс в изолированных лейкоцитах, выделенных из головы лососей после бактериального или вирусного воздействия. Сделан вывод, что замена рыбной муки на муку из личинок *Hermetia illucens* в диете для кормления атлантического лосося не влияла на транскрипцию генов в клетках головы рыб [63; 64]. Определено, что особи, питавшиеся мукой из насекомых, имеют повышенную экспрессию генов, свидетельствующую о стрессовой реакции, иммунной толерантности и повышенной активности детоксикации [65].

В целом, исследования показали, что белковая мука и масло из личинок *Hermetia illucens* имеют большой потенциал в качестве источника питательных веществ для выращивания атлантического лосося.

Следующий вид, который выращивается в аквакультуре за рубежом и в Российской Федерации, – **осетр сибирский *Acipenser baerii* (Brandt)** (рис. 5).

Исследовано влияние замены рыбной муки на обезжиренный шрот из личинок *Hermetia illucens* на показатели роста, биометрические и морфометрические показатели, кажущуюся усвояемость рационов, составы проксимальных и жирных кислот ювенильных особей *Acipenser baerii* (Brandt). В экспериментальных группах осетра сибирского особи массой $24,2 \pm 7,59$ г питались в течение 118 дней кормом, в котором рыбная мука на 25, 50 и 100% заменялась шротом из личинок мухи «Черная львинка». Диета со 100% заменой рыбной муки на шрот из *Hermetia illucens* была отвергнута рыбой. Выявлено, что диета с 50% шрота из личинок насекомого негативно повлияла на показатели роста рыбы. Повышение содержания шрота в рационе привело к увеличению содержания сухого вещества и эфирного экстракта во всем организме осетров. Диеты, содержащие шрот из личинок мухи *Hermetia illucens*, вызывали увеличение содержания лауриновой кислоты (в 65 раз) и общего содержания насыщенных жирных кислот (в 1,4 раза) во всем теле рыб [66].

Сделан вывод, что в рационе осетра сибирского возможно заменить до 25% рыбной муки на обезжиренный шрот из *Hermetia illucens*, что составляет 18,5% от массы корма без изменений показателей роста, фактора состояния, биометрических и морфометрических показателей [66]. Результаты проведенных исследований показывают, что диеты, включающие шрот из личинок мух, не влияют на гистологию печени и кишечника, что позволяет включать до 18,5% обезжиренного шрота в корм без ущерба для здоровья осетровых [67]. Также отмечается, что диета, включающая муку из личинок *Hermetia illucens*, положительно влияет на состав кишечной микробиоты и кишечника особей рыб [68].

К рыбам, которые разводятся в прудовых хозяйствах Российской Федерации, относятся карповые. В мировой литературе есть несколько публикаций по выращиванию карповых в аквакультуре, с использованием в рационе муки из личинок мухи Черная львинка. Исследовано влияние дозирования муки из личинок *Hermetia illucens* в рационе для кормления молоди **зеркального карпа** (*Cyprinus carpio var. specularis*) весом $13,68 \pm 0,02$ г в течение 8 недель. Содержание муки в экспериментальных кормах составило 43,7, 87,3, 131

и 174,7 г/кг. Выявлено, что показатели роста молоди карпа и использование питательных веществ не различалось среди групп. Определено, что увеличение доли муки из личинок мухи в рационе значительно снижало содержание липидов в организме молоди карпа, но увеличивало значение почечного индекса. Увеличение доли муки из личинок *Hermetia illucens* в рационе карпа значительно повышало активность каталазы в сыворотке и снижало содержание малонового альдегида. Среди всех экспериментальных групп не наблюдалось существенных различий в активности кишечного трипсина, липазы и амилазы. Сделан вывод, что содержание муки из личинок насекомого ниже 131 г/кг корма не влияет на рост и состояние кишечника рыб [69].

Также оценено влияние содержания муки из личинок мухи «Черная львинка» на ростовые и другие показатели **амурского карпа** (*Cyprinus carpio*). В экспериментальных диетах рыбная мука на 30, 70 и 100% заменялась биомассой высушенных личинок *Hermetia illucens*. Кормление осуществлялась дважды в день в объеме 10% от массы особей. Выявлено, что полная замена рыбной муки приводит к более низкому росту рыб и, соответственно, более низкой массе экспериментальных особей по сравнению с контрольными образцами. Результаты исследования показывают, что замена до 70% рыбной муки на муку из личинок насекомого не влияет на рост и выживание молоди амурского карпа [70].

Молодь карпа-кои (*Cyprinus carpio var. Jian*) со средней начальной массой тела 34,78 г кормили диетической пищей, в которой 25, 50, 75 и 100% рыбной муки заменялось обезжиренным шротом личинки *Hermetia illucens*. По результатам исследований выяснили, что показатели роста и использования питательных веществ в пяти группах были сопоставимыми. Гистологическое исследование кишечника карпов показали, что при замене более 75% рыбной муки наблюдались патологические изменения, например, разрушения тканей в кишечнике. Сделан вывод, что в рационе карпов-кои возможна замена 50% рыбной муки на обезжиренный шрот из личинок мухи «Черная львинка» [71].

Кроме рыбной муки, маслом из личинок *Hermetia illucens* на 25, 50, 75 и 100% заменяли соевое масло в рационе молоди карпов-кои с начальной массой $10,67 \pm 0,8$ г. Установлено, что масло из личинок насекомых способствует снижению отложения липидов во внутрибрюшинной жировой ткани карпов из экспериментальных групп, а индекс внутрибрюшинного жира снижается при увеличении доли масла из насекомых, по сравнению с особями из контрольной группы [72].

Кроме исследований вышеназванных видов рыб, за рубежом проводились эксперименты по оценке возможности использования в качестве ингредиента в кормах биомассы личинок *Hermetia illucens* для выращивания в аквакультуре лаврака обыкновенного (*Dicentrarchus labrax*) [73-76]; лаврака японского (*Lateolabrax japonicus*) [77; 78]; молоди барамунди (*Lates calcarifer*) [79-81];



Рисунок 5. Осетр сибирский

Figure 5. Siberian sturgeon

сомов – канального (*Ictalurus punctatus*) [82; 83], африканского [84], желтого [85]; серебристого горбыля (*Argyrosomus regius*) [86]; нильской тиляпии [82; 83; 87] и других видов рыб.

Учитывая тот факт, что в Российской Федерации существуют предприятия по выращиванию личинок *Hermetia illucens*, и их число расширяется, становится актуальным их использование в качестве добавки в корма для выращивания рыб различных видов в аквакультуре.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-11-2019-070 от 29.11.2019 г.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Closing the high seas to fisheries: Possible impacts on aquaculture / D.P. Martinell et al. // Marine Policy. 2020. № 103854.
- Turchini G.M., Trushenski J.T., Glencross B.D. Thoughts for the future of aquaculture nutrition: realigning perspectives to reflect // North American Journal of Aquaculture. 2019. vol. 81. P. 13-39.
- State-of-the-art on use of insects as animal feed / H.P.S. Makkar et al. // Animal Feed Science and Technology. 2014. vol. 197. P. 1-33.
- Barragan-Fonseca K.B., Dicke M., van Loon J.J.A. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review // Journal of Insects as Food and Feed, 2017. vol. 3(2). P. 105-120.
- van Huis A., Oonincx D.G.A.B. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review // Agronomy for Sustainable Development. 2017. vol. 37. 43. 14 p.
- The potential role of insects as feed: A multi-perspective review / G. Sogari et al. // Animals. 2019. vol. 9. 119. 15 p.
- de Carvalho N.M., Madureira A.R., Pintado M.E. The potential of insects as food sources – a review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019. DOI: 10.1080/10408398.2019.1703170.
- van Huis A. Potential of insects as food and feed in assuring food security // Annual Review of Entomology. 2013. vol. 58. P. 563-583.
- Edible Insects in the Food Sector. G. Sogari, C. Mora, D. Menozzi editors. Springer Nature, Switzerland AG. 2019. 128 p.
- Siyah asker sineğinin (*Hermetia illucens* L.) yem kaynağı olarak değerlendirilmesi / U. Sevilmiş et al. // Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2019. vol. 9(4). P. 2379-2389.
- Chodová D., Tůmová E. Insects in chicken nutrition. A review // Agronomy Research. 2020. vol. 18. 17 p.
- Edible insects as a food source: a review / C. Tang et al. // Food Production, Processing and Nutrition. 2019. vol. 1(8). 13 p.
- Using of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal in fish nutrition / S. Čengić-Džomba et al. // 30th Scientific-Experts Conference of Agriculture and Food Industry «AgriConf 2019». 2019. P. 132-140.
- Development of black soldier fly larvae production technique as an alternate fish feed / K.M.S. Rana et al. // International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture. 2015. vol. 5(1). P. 41-47.
- Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future / M. Henry et al. // Animal Feed Science and Technology. 2015. vol. 203. P. 1-22.
- Insect meals in fish nutrition / S. Nogales-Merida et al. // Reviews in Aquaculture. 2019. vol. 11. P. 1080-1103.
- Feeds for the aquaculture sector. Current situation and alternative sources. By L. Gasco et al. editors. Springer Nature, Switzerland AG. 2018. 111 p.
- Singh A., Kumari K. An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black soldier fly larvae: A review. Journal of Environmental Management. 2019. vol. 251. 109569.
- Conversion of organic wastes into fly larval biomass: bottlenecks and challenges / B. Pastor et al. // Journal of Insects as Food and Feed. 2015. vol. 1(3). P. 179-193.
- Bioconversion of dairy manure by black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*) for biodiesel and sugar production / Q. Li. et al. // Waste Management. 2011. vol. 31(6), P. 1316-1320.
- Growth performance and nutritional composition of black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.), (*Diptera: Stratiomyidae*) reared on horse and sheep manure / U. Julita et al. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. vol. 187. 012071. 8 p.
- Efficient co-conversion process of chicken manure into protein feed and organic fertilizer by *Hermetia illucens* L. (*Diptera: Stratiomyidae*) larvae and functional bacteria / X.P. Xiao et al. // Journal of Environmental Management 2018. vol. 217. P. 668-676.
- Oonincx D.G.A.B., van Huis A., van Loon J.J.A. Nutrient utilisation by black soldier flies fed with chicken, pig, or cow manure // Journal of Insects as Food and Feed. 2015. vol.1(2). P. 131-139.
- Studies regarding the fertilizing capacity of poultry manure biocomposted by fly larvae (*Diptera: Stratiomyidae*) / A. Boaru et al. // AAB Bioflux. 2018. vol. 10(3). P. 114-121.
- Paz A.S.P., Carrejo N.S., Rodriguez C.H.G. Effects of larval density and feeding rates on the bioconversion of vegetable waste using black soldier fly larvae *Hermetia illucens* (L.), (*Diptera: Stratiomyidae*) // Waste Biomass Valorisation. 2015. vol. 6. P. 1059-1065.
- Double the biodiesel yield: Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production / L. Zheng et al. // Renewable Energy. 2012. vol. 41. P. 75-79.
- Ritika P., Rajendra S.S.P. Study on occurrence of black soldier fly larvae in composting of kitchen waste // International Journal of Research in Biosciences. 2015. vol. 4(4). P. 38-45.
- Pre-treatment of banana peel to improve composting by black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.), *Diptera: Stratiomyidae*) larvae / A. Isibika et al. // Waste Management 2019. vol. 100. P. 151-160.
- Assessment of vegetable and fruit substrates as potential rearing media for *Hermetia illucens* (*Diptera: Stratiomyidae*) larvae / C. Jucker et al. // Environmental Entomology, 2017. vol. 46(6). P. 1415-1423.
- Attigobe F.K., Ayim N.Y.K., Martey J. Effectiveness of black soldier fly larvae in composting mercury contaminated organic waste // Scientific African. 2019. vol. 6. e00205. 10 p.
- An open system for farming black soldier fly larvae as a source of proteins for small scale poultry and fish production / E.M. Nyakeri et al. // Journal of Insects as Food and Feed. 2017. vol. 3(1). P. 51-56.
- Wang Y., Shelomi M. Review of Black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food // Foods. 2017. vol. 6. 91. 23 p.
- Liu C., Wang C., Yao H. Comprehensive resource utilization of waste using the Black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.) (*Diptera: Stratiomyidae*) // Animals. 2019. vol. 9. 349. 19 p.
- Performances of local poultry breed fed black soldier fly larvae reared on horse manure / N. Mould et al. // Animal Nutrition. 2018. vol. 4. P. 73-78.
- Hermetia illucens* meal as fish meal replacement for rainbow trout on farm / T. Stadtländer et al. // Journal of Insects as Food and Feed. 2017. vol. 3(3). P. 165-175.
- Effects of graded dietary inclusion level of full-fat *Hermetia illucens* prepupae meal in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / G. Cardinaletti et al. // Animals. 2019. vol. 9. № 251. 19 p.
- Characterisation of the intestinal microbial communities of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with *Hermetia illucens* (black soldier fly) partially defatted larva meal as partial dietary protein source / L. Bruni et al. // Aquaculture. 2018. vol. 487. P. 56-63.
- Evaluation of the suitability of a partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal as ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) diets / M. Renna et al. // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2017. vol. 8. 57. 13 p.
- Influence of *Hermetia illucens* meal dietary inclusion on the histological traits, gut mucin composition and the oxidative stress biomarkers in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / A.C. Elia et al. // Aquaculture. 2018. vol. 496. P. 50-57.
- Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* / S. St-Hilaire et al. // Journal of the World Aquaculture Societe. 2007. vol. 38(1). P. 59-67.
- Sensory analysis of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed enriched Black soldier fly prepupae, *Hermetia illucens* / W.M. Sealey et al. // Journal of the World Aquaculture Societe. 2011. vol. 42(1). P. 34-45.
- The utilization of full-fat insect meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nutrition: the effects on growth performance, intestinal microbiota and gastrointestinal tract histomorphology / A. Józefiak et al. // Annals of Animal Science. 2019. vol. 19(3). P. 747-765.
- Impact of black soldier fly larvae meal on the chemical and nutritional characteristics of rainbow trout fillets / S. Mancini et al. // Animal. 2018. vol. 12(8). P. 1672-1681.
- Inclusion of *Hermetia illucens* larvae meal on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed: effect on sensory profile according to static and dynamic evaluations / M. Borgogno et al. // Science of Food and Agriculture. 2017. vol. 97(10). P. 3402-3411.

45. Can the inclusion of black soldier fly (*Hermetia illucens*) in diet affect the flesh quality/nutritional traits of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after freezing and cooking? / G. Secci et al. // International Journal of Food Science and Nutrition. 2019. vol. 70(2). P. 161-171.
46. High-throughput sequencing of gut microbiota in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed larval and pre-pupae stages of black soldier fly (*Hermetia illucens*) / D. Huyben et al. // Aquaculture. 2019. vol. 500. P. 485-491.
47. The effects of dietary insect meal from *Hermetia illucens* prepupae on autochthonous gut microbiota of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / S. Rimoldi et al. // Animals. 2019. vol. 9. 143. 17 p.
48. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gut microbiota is modulated by insect meal from *Hermetia illucens* prepupae in the diet / G. Terova et al. // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2019. vol. 29. P. 465-486.
49. Potentials of a biogenic residue-based production of *Hermetia illucens* as fish meal replacement in aquafeed for *Oncorhynchus mykiss* in Germany / B.A. Rumpold et al. // Journal of Insects as Food and Feed. 2018. vol. 4(1). P. 5-18.
50. Using of Black soldier fly (*Hermetia Illucens*) larvae meal in fish nutrition / S. Čengić-Džomba et al. // 30th Scientific-Experts Conference of Agriculture and Food Industry «AgriConf 2019». 2019. vol. 78. P. 132-140.
51. Cui X. Baltic blue mussel (*Mytilus edulis* L.) and black soldier fly (*Hermetia illucens*) combined with pea protein concentrate as protein sources in feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Master's thesis. Uppsala, Sweden 2019. 33 p.
52. Potentials of a biogenic residue-based production of *Hermetia illucens* as fish meal replacement in aquafeed for *Oncorhynchus mykiss* in Germany / B.A. Rumpold et al. // Journal of Insects as Food and Feed. 2018. 4(1). P. 5-18.
53. Effect of dietary partial replacement of fishmeal by prepupae meal of black soldier fly *Hermetia illucens* in final quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* flesh / A. Basto // European Aquaculture Society Meeting Abstract «Aquaculture Europe 2015», Netherlands, Rotterdam, 2016. 3 p.
54. https://ru.wikipedia.org/wiki/Атлантический_лосось.
55. Black soldier fly larvae meal as a protein source in low fish meal diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) / H.J. Fisher et al. // Aquaculture. 2020. vol. 521. 734978. 9 p.
56. Replacing fish meal with insect meal in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) does not impact the amount of contaminants in the feed and it lowers accumulation of arsenic in the fillet / I. Biancarosa et al. // Food Additives & Contaminants: Part A. 2019. vol. 36(8). P. 1191-1205.
57. Potential of insect-based diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) / I. Belghit et al. // Aquaculture. 2018. vol. 491. P. 72-81.
58. Insect based diets high in lauric acid reduce liver lipids in freshwater Atlantic salmon / I. Belghit et al. // Aquaculture Nutrition. 2019. vol. 25. P. 343-357.
59. Lock E.R., Arsiwalla T., Waagbo R. Insect larvae meal as an alternative source of nutrients in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) post-smolt // Aquaculture Nutrition. 2016. vol. 22. P. 1202-1213.
60. Total replacement of dietary fish meal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae does not impair physical, chemical or volatile composition of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) / L. Bruni et al. // Journal of the Science of Food and Agriculture 2020. vol. 100. P. 1038-1047.
61. Total replacement of fish meal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal does not compromise the gut health of Atlantic salmon (*Salmo salar*) / Y. Li et al. // Aquaculture. 2020. vol. 520. 734967. 9 p.
62. Black soldier fly larvae meal can replace fish meal in diets of sea-water phase Atlantic salmon (*Salmo salar*) / I. Belghit et al. // Aquaculture. 2019. vol. 503. P. 609-619.
63. Effect of dietary replacement of fish meal with insect meal on in vitro bacterial and viral induced gene response in Atlantic salmon (*Salmo salar*) head kidney leukocytes / O.K. Stenberg et al. // Fish and Shellfish Immunology. 2019. vol. 91. P. 223-232.
64. Stenberg O.K. In vitro bacterial and viral response in head kidney leukocytes of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed dietary insects meal. Thesis for the degree Master of Science in Aquamedicine, Norway. University of Bergen, 2018. 62 p.
65. Gut health and vaccination response in pre-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal / Y. Li et al. // Fish and Shellfish Immunology. 2019. vol. 86. P. 1106-1113.
66. First insights on Black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal dietary administration in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) juveniles / C. Caimi et al. // Aquaculture. 2020. vol. 515. 734539. 10 p.
67. Could dietary Black Soldier fly meal inclusion affect the liver and intestinal histological traits and the oxidative stress biomarkers of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) juveniles? / C. Caimi et al. // Animals. 2020. vol. 10. 155. 15 p.
68. Effects of insect diets on the gastrointestinal tract health and growth performance of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) / A. Józefiak et al. // BMC Veterinary Research. 2019. vol. 15. 348. 11 p.
69. Influence of dietary black soldier fly (*Hermetia illucens* Linnaeus) pulp on growth performance, antioxidant capacity and intestinal health of juvenile mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) / X. Xu et al. // Aquaculture Nutrition. 2020 vol. 26(2). P. 432-443.
70. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diet for amur carp (*Cyprinus carpio*) / P. Panikkar et al. // Journal of the Inland Fisheries Society of India. 2018. vol. 50(2). P. 33-38.
71. Defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal in diets for juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. *Jian*): Growth performance, antioxidant enzyme activities, digestive enzyme activities, intestine and hepatopancreas histological structure / S. Li et al. // Aquaculture. 2017. vol. 477. P. 62-70.
72. Influence of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae oil on growth performance, body composition, tissue fatty acid composition and lipid deposition in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. *Jian*) / S. Li et al. // Aquaculture. 2016. vol. 465. P. 43-52.
73. Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal on growth performance, organs-somatic indices, body composition, and hematobiochemical variables of European sea bass, *Dicentrarchus labrax* / M. Abdel-Tawwab et al. // Aquaculture. 2020. vol. 522. 735136. 8 p.
74. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*) / R. Magalhães et al. // Aquaculture. 2017. vol. 476. P. 79-85.
75. Basto A., Matos E., Valente L.M.P. Nutritional value of different insect larvae meals as protein sources for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles // Aquaculture. 2020. vol. 521. 735085. 10 p.
76. Insect meal in the fish diet and feeding cost: first economic simulations on European Sea bass farming by a case study in Italy / P. Pulina et al. // 30 th Conference of Agricultural Economists. Canada, Vancouver. 2018. 275929. 17 p.
77. Evaluation of defatted black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal as an alternative protein ingredient for juvenile Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*) diets / G. Wang et al. // Aquaculture. 2019. vol. 507. P. 144-154.
78. Effect of fish meal replacement by Black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae meal on growth performance, body composition, plasma biochemical indexes and tissue structure of juvenile *Lateolabrax japonicus* / J. Hu et al. // Chinese Journal of Nutrition. 2018. vol. 30(2). P. 613-623 (in Chinese).
79. Insect larvae, *Hermetia illucens* in poultry by-product meal for barramundi, *Lates calcarifer* modulates histomorphology, immunity and resistance to *Vibrio harveyi* / M.R. Chaklader et al. // Scientific Reports. 2019. vol. 9. 16703. 10 p.
80. Efficacy of insect larval meal to replace fish meal in juvenile barramundi, *Lates calcarifer* reared in freshwater / K. Katya et al. // International Aquatic Research. 2017. vol. 9. P. 303-312.
81. Sen S. Evaluation on brewery yeast and insect meal (black soldier fly and chicken meal) to replace trash fish in the diet for Asian seabass (*Lates calcarifer*) in Combigia, Doctoral thesis, Sweden, Uppsala, 2019. 84 p.
82. Bondari K., Sheppard D.C. Soldier fly larvae as feed in commercial fish production // Aquaculture. 1981. vol. 24. P. 103-109.
83. Bondari K., Sheppard D.C. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner) // Aquaculture and Fisheries Management. 1987. vol. 18. P. 209-220.
84. Substituting fishmeal with *Hermetia illucens* in the diets of African catfish (*Clarias gariepinus*): Effects on growth, nutrient utilization, haemato-physiological response, and oxidative stress biomarker / F.J. Fawole et al. // Aquaculture. 2020. vol. 518. 734849. 7 p.
85. Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal protein as a fishmeal replacement on the growth and immune index of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) / X. Xiao et al. // Aquaculture Research. 2018. vol. 49. P. 1569-1577.
86. Catching Black soldier fly for meagre: growth, whole-body fatty acid profile and metabolic responses / I. Guerreiro et al. // Aquaculture. 2020. vol. 516. 734613. 7 p.
87. Bokau R.J.M., Basuki T.P. Bungkil inti sawit sebagai media biokonversi produksi massal larva maggot dan uji respon pemberian pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) // Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian VII Polinela 2018. P. 122-128 (in Indonesian).

Ключевые слова:
корм, кормление, клариевый сом, химический состав, мышечная ткань, гидрологические разработки
Keywords:
feed, feeding, sharptooth catfish, chemical composition, muscle tissue, hydrological developments

Влияние инновационных гидрологических разработок на химический состав мышечной ткани клариевых сомов

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-93-96

Канд. с/х наук, доцент
О.Н. Руднева – кафедра «Кормление, зоогиена и аквакультура»;
д-р с/х наук, профессор
А.А. Васильев – заведующий кафедрой «Кормление, зоогиена и аквакультура»
д-р техн. наук, профессор
И.В. Симакова – кафедра «Технология продуктов питания»
канд. с/х наук, доцент
М.Ю. Руднев – кафедра «Проектный менеджмент и внешнеэкономическая деятельность в АПК»
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»
О.Ю. Баканов;
М.А. Егорова – ФГУП «Национальные рыбные ресурсы»

@ rudnevmu@yandex.ru;
alekseyvasiliev@yandex.ru;
simakovaiv@yandex.ru;
rudnevmu@yandex.ru

INFLUENCE OF INNOVATIVE HYDROLOGICAL DEVELOPMENTS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE MUSCLE TISSUE OF SHARPTOOTH CATFISH

O. Rudneva, PhD, Associate Professor, **A. Vasiliev**, Doctor Sciences, Professor, **I. Simakova**, Doctor of Sciences, Professor, **M. Rudnev**, PhD, Associate Professor – Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov
O. Bakanov, **M. Egorova** - FSUE «National fish resources»
rudnevmu@yandex.ru; alekseyvasiliev@yandex.ru; simakovaiv@yandex.ru;

The influence of innovative hydrological developments on the chemical composition of muscle tissue of sharptooth catfish grown in a closed water supply system is studied. The use of feed and water with a modified molecular structure for sharptooth catfish growing has a positive effect on the development of fish muscle tissue.

В стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г. указывается, что «ввиду отсутствия выхода к открытым морским пространствам, в основе перспективного развития Приволжского федерального округа лежит повышение промышленного производства рыбы (товарное рыбоводство) и рыбопереработки» [4]. В связи с чем актуальной задачей становится производство рыбы в установках замкнутого водоснабжения.

Клариевых сомов относят к быстрорастущим видам, поскольку длительность его выращивания от личинки до то-

варной массы составляет лишь 6 месяцев. Кроме того, рыбы этого вида неприхотливы к условиям содержания и исключительно выносливы при транспортировках. Исходя из этого, как объект выращивания в установках замкнутого водоснабжения, он представляет наибольший интерес.

Ранее нами было изучено влияние комбикорма и воды с измененной молекулярной структурой на ихтиомассу и сохранность поголовья. Энергия кристаллических структур, созданных группой российских ученых, благотворно влияет на биологическую активность объектов, улучшая их природ-

ные свойства. По результатам исследований, при одинаковой начальной массе рыбы, скормливание 3-ей опытной группе комбикорма с измененной молекулярной структурой и выращивание их в воде с измененной молекулярной структурой позволило увеличить ихтиомассу. Наибольший прирост дали сомы этой опытной группы, при этом конверсия корма и сохранность поголовья также были наилучшие [1].

Цель данной работы – изучение воздействия воды и кормов, обработанных с помощью кристаллических структур на химический состав мышечной ткани клариевого сома, выращиваемого в установке замкнутого водоснабжения.

Химический состав мышц клариевого сома изменяется в зависимости от возраста, физиологического состояния, рациона питания и химического состава среды обитания, поэтому изучение степени влияния этих факторов является весьма актуальным.

Опыт был выполнен в научно-исследовательской лаборатории «Технологии кормления и выращивания рыбы» ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ».

Для эксперимента были отобраны особи клариевого сома со средней массой 20,0 грамм. После чего их разместили в четыре аквариума по 250 л каждый с идентичным гидрохимическим режимом для каждой группы. В ходе эксперимента рыбу кормили три раза в день вручную. Сомы контрольной группы получали гранулированный плавающий корм следующего состава: рыбная мука, пшеница, соевый концентрат, кукурузный глютен, рыбий жир, шрот соевый, порошок гемоглобин, растительное масло, премикс и комплекс БАВ.

Сомы 2-ой и 3-ей опытных групп получали опытный корм с измененной молекулярной

Проведено исследование влияния инновационных гидрологических разработок на химический состав мышечной ткани клариевых сомов, выращенных в установке замкнутого водоснабжения. Использование для выращивания клариевых сомов кормов и воды с измененной молекулярной структурой оказало положительное влияние на развитие мышечной ткани рыб.

структурой (комбикорм, обработанный высокой энергией). Рыбы 1-ой и 3-ей опытных групп выращивались в воде с измененной молекулярной структурой.

Исследования по химическому составу мышечной ткани выполнялись в 2019-2020 гг. в лаборатории кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» Саратовского ГАУ соответственно стандартным требованиям. В качестве объекта исследований были взяты 12 образцов мышечной ткани клариевого сома – по 3 средних особи из 4 групп. Все статистические данные были своевременно биометрически обработаны [2].

Органолептический анализ проводили на кафедре «Технологии продуктов питания» Саратовского ГАУ. Из образцов готовили паштеты и купаты по традиционной технологии. Органолептический анализ проводили по ГОСТ Р 53161-2008. Для объективной оценки были разработаны дескрипторы, показывающие основные признаки продукта. ISO 11035 «Органолептический анализ. Методология. Идентификация и выбор дескрипторов для установления органолептического профиля при многостороннем подходе».

В конце опыта, при внешнем осмотре рыбы, картина в опытных и контрольной группах су-

Таблица 1. Химический состав мышечной ткани клариевого сома /
Table 1. Chemical composition of sharp-tooth catfish's muscle tissue

Вещества	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Середина опыта				
ПВ, %	78,06±0,57	78,17±0,49	77,10±0,52	77,40±0,80
Сухое вещество, %	21,94±0,57	21,83±0,49	22,90±0,52	22,60±0,80
Протеин, %	22,52±0,56	22,84±0,49	22,28±1,85	20,31±2,52
Жир, %	2,02±0,08	2,17±0,19	2,59±0,19	2,93±1,03
Зола, %	1,25±0,02	1,24±0,00	1,27±0,01	1,25±0,02
Кальций, %	0,14±0,02	0,12±0,04	0,16±0,03	0,10±0,02
Фосфор, %	0,23±0,02	0,20±0,01	0,20±0,01	0,20±0,01
Конец опыта				
ПВ, %	77,89±0,56	78,86±0,39	77,97±0,49	78,11±0,51
Сухое вещество, %	22,11±0,56	21,14±0,39	22,03±0,49	21,89±0,51
Протеин, %	22,64±0,97	22,86±1,28	21,93±0,48	22,11±0,86
Жир, %	2,90±0,42	1,81±0,46	3,11±0,84	2,39±0,26
Зола, %	1,15±0,06	1,44±0,16	1,13±0,04	1,17±0,02
Кальций, %	0,08±0,03	0,06±0,04	0,05±0,02	0,07±0,02
Фосфор, %	0,18±0,01	0,16±0,01	0,17±0,01	0,17±0,01

Таблица 2. Результаты органолептического анализа /
Table 2. Results of an organoleptic analysis

Продукты	Группа			
	контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Текстура				
Паштет	мажущаяся, свойственная паштету, нежная, сочная	плотная, хорошо мажущаяся, сочная	однородная, соответствующая паштету в оболочке, хорошая	плотная, не однородная
Купаты	плотная, напоминающая начинку пельменей	плотная, как у сарделек	плотная, как у сарделек из мяса (телятина), сочная.	очень плотная, волокнистая
Аромат				
Паштет	пряный, нежный букет рыбы и специй, слабовыраженный	очень слабый рыбный, фактически не идентифицируются пряности	гармоничный букет рыбы, пряностей и специй	рыбный
Купаты	очень слабый аромат рыбы	неяркий, слегка сладковатый, прослеживается рыбный	приятный, мягкий, рыбный	приятный, не идентифицируется
Вкус				
Паштет	проявляющийся сладковатый, соответствующий моркови, пустой	преобладает луковый, сладковатый	сбалансированный, насыщенный, приятный букет	рыбный, отчетливо проявляется морковь, лук, специи
Купаты	приятный, ненасыщенный, пустоватый	насыщенный, с преобладанием лукового	сбалансированный, насыщенный, приятный букет	приятный, не идентифицируется
Наличие послевкуся				
Паштет	присутствует легкое металлическое	приятное рыбное	приятное, рыбное	салистое
Купаты	присутствует бархатистое, салистое	приятное, мясное	приятное, мясное, едва заметное металлическое	отсутствует

ществленных отличий не имела. Рыба была упитанная, кожа гладкая и блестящая.

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

Содержание воды в мышечных тканях рыб больше, чем в тканях наземных животных. С возрастом и повышением упитанности содержание воды в мышцах уменьшается. Максимальное количество воды (89-99%) содержится в биологическом жидкостях (слизь, кровь), а минимальное – в соединительной ткани (2-25%). В тканях рыбы влага распределена между пучками волокон, отдельными волокнами и в самих волокнах. Оболочки волокон и пучков также содержат влагу [3].

В составе мяса рыб преимущественно содержатся солерастворимые белки типа глобулинов и в небольшом количестве – тропомиозин. Этими белками образованы миофибриллы мы-

шечных клеток, составляющие половину всех белковых веществ мяса рыб. Следующую, наиболее значительную фракцию белков, представленную на 20-25% от всех белковых веществ, составляют, экстрагируемые водой, белки типа альбуминов, образующие саркоплазму.

Жиры, как основной источник энергии для рыб, выполняют также регулируемую, теплоизолирующую и гидростатическую функции. Жировые запасы представляют собой самый лабильный компонент тела рыбы. Уровень их запасов в теле рыб колеблется, в зависимости от сезонных и возрастных физиологических особенностей организма и условий обитания. В связи с этим содержание в теле рыбы жира и интенсивность жиронакопления характеризуют как чувствительные индикаторы, биологическое и физиологическое состояние рыбы, а также свидетельствует о степени его «благополучия» в связи с определенными факторами среды. Содержание жира в теле рыб с возрастом увеличивается.

Количество углеводов в мясе рыбы минимально, оно зависит от условий жизни рыбы. Содержание углеводов в мышечной ткани рыб не превышает 1%, представлено животным крахмалом — гликогеном.

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

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

По содержанию протеина в мышечной ткани лидирует 1-ая опытная группа – 22,84-22,86%, при этом наблюдается незначительное увеличение показателя после второго забоя, несколько уступает ей контрольная группа – 22,52-22,64%, затем следуют 3-я – 20,31-22,11% и 2-ая опытные группы 22,28-21,93%, соответственно. Во 2-ой опытной группе этот показатель снизился на 0,35%.

Наивысшая жирность мышечной ткани наблюдается у сомов 3-ей опытной группы после первого забоя, его содержание составляет 2,93%, затем последовательно следуют 2-ая, 1-ая и контрольная группы со следующими значениями – 2,59%, 2,17% и 2,02%, соответственно. По результатам второго забоя значения показателей по всем группам претерпели изменения: на первое место вышли рыбы 2-ой опытной группы со средним значением 3,11%, затем следуют контрольная, 3-я опытная и 1-ая опытная группы. Таким образом, наименее жирными оказались сомы 1-ой опытной группы, значение показателя составило 1,81%.

Мышечная ткань сомов 2-ой опытной группы наиболее насыщена кальцием – 0,16%, у рыб контрольной, 1-ой и 3-ей опытных групп содержание этого элемента меньше. После второго исследования значение показателя изменилось, лидерами стали рыбы контрольной группы – 0,08%, затем следуют с небольшим отрывом 3-я, 1-я и 2-я опытные группы. Разрыв между значениями показателя среди групп составляет 0,01%. Наименьшее содержание кальция у сомов 2-ой опытной группы – 0,05%.

По содержанию фосфора выделяется контрольная группа, где его количество равно 0,23% после первого исследования и 0,18% после второго исследования, в остальных группах среднее значение по первому результату – 0,20%, по последнему 2-ая и 3-я опытные группы – 0,17% и 1-ая – 0,16%. По всем группам произошло снижение значений по кальцию и фосфору.

Кроме химического состава нами проводилось исследование органолептических показателей мышечной ткани рыб. Органолептический анализ позволяет исследовать качество пищевой продукции с помощью органов чувств.

Результаты органолептической оценки качества продукции, при соблюдении всех правил по точности и воспроизводимости, равноценны результатам, полученным посредством инструментальных методов контроля. В конце эксперимента из опытных клариевых сомов были приготовлены паштеты и купаты.

Согласно мнению большинства экспертов, все образцы могут быть рекомендованы как перспективное рыбное сырье для промышленной переработки в продукты питания, однако наиболее приемлемыми были кулинарные изделия, выработанные из сырья 3-ей опытной группы. Они отличались наиболее гармоничным вкусом, без преобладания одних компонентов над другими, сочной и однородной текстурой, что косвенно свидетельствует об активности заряда белковых молекул, способных удерживать больше влаги. Изделия данной группы также отличал сбалансированный аромат и приятное послевкусие.

Таким образом, результаты исследований показали, что использование кормов и воды с измененной молекулярной структурой для выращивания клариевых сомов оказали положительное влияние на развитие мышечной ткани рыб.

Проведенные исследования подтвердили положительное влияние комбикорма и воды с измененной молекулярной структурой на химический состав мышечной ткани всех опытных клариевых сомов. Все это доказывает целесообразность применения инновационных гидрологических разработок в установках замкнутого водоснабжения для выращивания клариевых сомов.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Васильев, А.А., Тарасов, П.С., Руднева, О.Н., Коробов, А.А., Баканов, О.Ю., Егорова, М.А. Влияние комбикорма и воды с измененной молекулярной структурой на рост и сохранность клариевого сома // Аграрный научный журнал. 2020. №5. С. 50-52.
1. Vasil'ev, A.A., Tarasov, P.S., Rudneva, O.N., Korobov, A.A., Bakanov, O.YU., Egorova, M.A. Vliyaniye kombikorma i vody s izmenennoy molekulyarnoy strukturoy na rost i sohrannost' klarievogo soma // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2020. №5. Pp. 50-52.
2. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
2. Lakin, G. F. Biometriya / G.F. Lakin. – M.: Vysshaya shkola, 1990. 352 p.
3. Поддубная, И. В. Эффективность использования кормовой добавки «ОМЭК-Ж» при выращивании товарной радужной форели // Основы и перспективы органических биотехнологий. 2018. № 2. С. 25-27.
3. Poddubnaya, I. V. Effektivnost' ispol'zovaniya kormovoy dobavki «OMEK-J» pri vyrashchivaniy tovarnoy raduzhnoy foreli // Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologiy. 2018. № 2. Pp. 25-27.
4. Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации».
4. Rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 26 noyabrya 2019 g. № 2798-r «Ob utverzhdenii strategii razvitiya rybohozyajstvennogo kompleksa RF na period do 2030 g. i plana meropriyatij po ee realizacii».

Исследование процессов износа капроновых ниток, как комплекса взаимосвязанных эксплуатационных параметров

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-97-100

Канд. техн. наук, доцент

Е.В. Осипов,

Д.А. Пилипчук – кафедра

«Промышленное рыболовство»,

Дальневосточный

государственный технический

рыбохозяйственный

университет (ФГБОУ

ВО «Дальрыбвтуз»)

@ oev@mail.ru;

pilipchukda@mail.ru

Ключевые слова:

капрон, нитки, истирание ниток, потеря прочности в узлах

Keywords:

nylon, strength, strength abrasion, loss of strength in knots

A STUDY OF NYLON THREADS WEAR AS A COMPLEX OF INTERCONNECTED OPERATING PARAMETERS

E. Osipov, PhD, Associate Professor, D. Pilipchuk – Far Eastern State Technical Fisheries University, oev@mail.ru; pilipchukda@mail.ru

The paper presents the results of a study of nylon strength from different manufacturers for abrasion, rupture in clew and whisker knot. Based on the physics of the process, a formula for calculating the loss of strength in knots is obtained. It is shown, that both in calculations and practice it is necessary to take into account the characteristics of the strength with wear up to 50% inclusive.

Капрон, как материал, в отечественном рыболовстве используется с начала 50-х годов прошлого столетия и характеристики его исследованы [1]. Известно, чем больше по диаметру первичная нить, тем изделие из капрона лучше противостоит истиранию [1], исходя из этого были разработаны канаты из капроновых монопнитей (ТУ 15-11-335-85), однако практика показала, что удобство работы с такими канатами на промысле затруднительно, вследствие их жесткости. Исследования работы композиционных хребтин с монопнитями [4] показало их длительную прочность при сложном нагружении, однако в соединениях секций гашами происходила потеря прочности за счёт излома монопнитей, решением этой проблемы стало использование на концах секций вставок хребтин

без монопнитей. В работе [1] показано, что увеличение крутки снижает прочностные характеристики ниток, но в другом разделе приводятся данные, что с увеличением крутки время истирания увеличивается. Нитки и канат в рыболовстве работают при сложных нагружениях, поэтому рассмотрение одного из параметров в отрыве от других вредно. Все это показывает, что отсутствует комплексная, структурированная информация о работе капроновых изделий в существующих производственных рыболовных процессах, что определяет актуальность и направленность данной работы.

В работе исследования проводились с ниткой 187×9 текс двух производителей (произв.1 – ООО «Морское снабжение», п. Девятый вал, про-

изв. 2 – ООО «Фабрика орудий лова», п. Подъяпольск) и первичные нити двух производителей (произв. 1 – ООО «Курскхимволокно», произв. 2 – ПАО «КуйбышевАзот»). Нитки подвергались истиранию, разрыву, разрыву в выбленочных и шкотовых узлах [3]. В таблице 1 приведены данные исследуемых ниток. Как можно заметить, существует отличие современных ниток от ТУ 15-08-31-89 в массе, структуре и в разрывных нагрузках.

На рисунке 1 показаны диаграммы разрыва первичных нитей разных производителей. Как можно заметить, нити (волокно) произв.1 (187 текс – 120,497±4,998 Н) и (175 текс – 115,604±4,59 Н) значительно лучше, чем нити (волокно) произв. 2 (187 текс – 97,524±5,835 Н).

Суммарный расчёт нитки 187×9 текс с разными первичными нитями показал, что произв. 2 первичных нитей изготавливает их по ГОСТу, и нитки соответствуют ТУ 15-08-31-89 (Σ98,9 кгс), а произв.1 первичных нитей изготавливает нити более высокого качества (Σ108,1 кгс) и именно из них изготовлены две исследуемые нитки (табл. 1).

Исследование на истирание проводилось по методике: брали по 5 экземпляров ниток каждого производителя и определяли количество циклов до полного истирания: произв. 1 – 68,2±2,96 цикл; произв. 2 – 71,4±4,48 цикл, это показывает, что устойчивость к истиранию вырастает с увеличением окончательной крутки и согласуется с работой [1]. Затем рассчитывалось количество циклов для нитки каждого производителя при 25%, 50%, 75% истирания, диаграммы показаны на рисунке 2.

Для комплексного учета истирания и разрывной нагрузки приведём данные (рис. 2) к безраз-

В работе представлены результаты исследования капроновых ниток разных производителей на истирание, разрыв в шкотовом и выбленочном узлах. На основе физики процесса получена формула расчёта потери прочности ниток в узлах. Показано, что в расчётах и на практике необходимо учитывать характеристики ниток при истирании до 50% включительно. В рамках ТУ на производство ниток и делей рекомендуется выпускать и использовать нитки с минимальными значениями первичной и вторичной крутки.

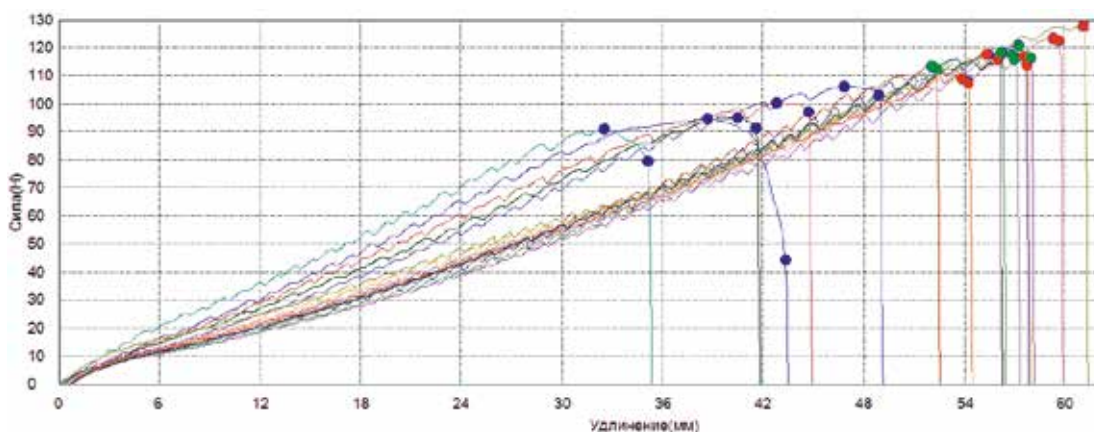
мерным величинами (рис. 3), где $T_{max} = 105,95$ Н (произв. 2). Как можно заметить, характер истирания двух ниток разных производителей различается (рис. 3). Поскольку толщина нитей волокна одинаковая, то причиной различия в истирании является разница в крутке обеих ниток, чем сильнее крутка (больше крутка – первичная), тем больше сила натяжения на крайних нитях [5], и при соприкосновении с абразивом они разрушаются быстрее, это наблюдается уже при 25% истирании и значительно заметно при 50% истирании, а при 75% истирании проявляется эффект повышенной массы нитки произв. 2 (за счет большей первичной и вторичной крутки (рис. 3)).

В литературе [1] исследование разрыва нитей в шкотовом узле предлагается проводить при заводке в зажимы одной петлевой нитки и одной крестовой нитки, а полученную величину разрывной нагрузки удваивать. Однако, как показано в работе [2], существующие методики расчета узловых соединений построены на известной формуле Эйлера в предположении, что нити в узле не изменяют форму поперечного сечения, однако, как показывает

Таблица 1. Данные исследуемых ниток 187×9 текс / **Table 1.** Parameters of threads 187×9 tex studied

№	Производитель	Масса, гр	Предварительная крутка, кр/м	Окончательная крутка, кр/м	Разрывная, кгс
1	ТУ 15-08-31-89	1,950	240±20	130±20	99,0
2	произв. 1	1,877	197,2±0,9	101,55±4,25	105,80±0,87*
3	произв. 2	1,899	203,1±1,82	103,6±3,2	105,95±0,78*

* диаграммы разрыва, рисунок 2

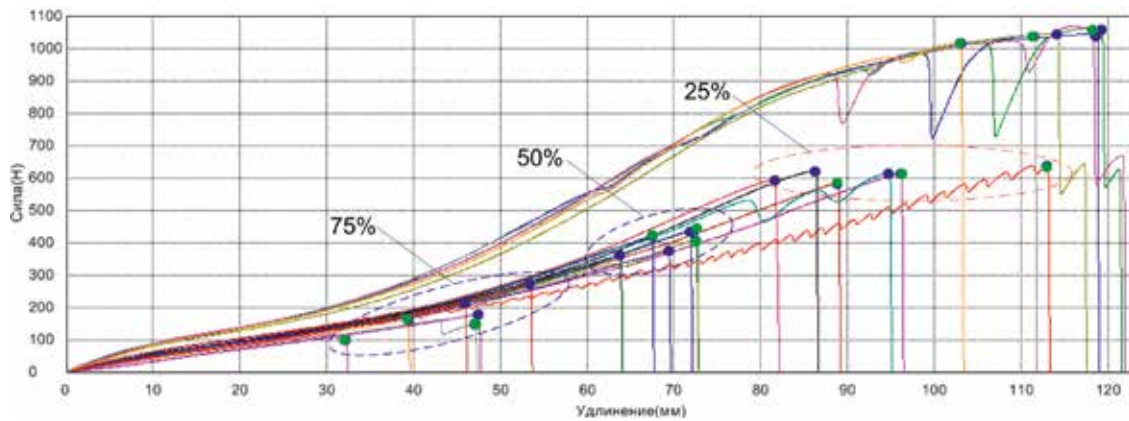


■ – 187 текс произв. 1; ■ – 175 текс произв. 1; ■ – 187 текс произв. 2

Рисунок 1. Диаграмма разрыва различных видов первичных нити

■ – 187 tex, manufacturer 1; ■ – 175 tex, manufacturer 1; ■ – 187 tex, manufacturer 2

Figure 1. Rupture diagram for different primary threads



□ – произв. 1; □ – произв. 2

Рисунок 2. Диаграмма разрыва ниток при разном истирании

□ – manufacturer 1; □ – manufacturer 2

Figure 2. Rupture diagram fir threads with different wear

практика, нити в узлах существенно деформируются и это сильно влияет на контактное давление в узле. Поэтому, когда одна нить из узла в существующей методике [1] подвержена натяжению, а другая – нет, то деформация нитей в узле не идентична процессу деформации в ячее при разрыве. Поэтому исследования разрыва нитей (рис. 4) в шкотовом узле проводились при заводке каждой пары нитей в противоположные зажимы, что соответствует ISO 1805:2006, а выбленочный узел вязался на шнур капроновый Ø8 мм и нитка из узла заводилась в зажим.

Значение разрывов в шкотовом узле: произв. 1 – $1231,9 \pm 54,6$ Н; произв. 2 – $1201,2 \pm 63,47$ Н; в выбленочном узле: произв. 1 – $830,75 \pm 12,85$ Н; произв. 2 – $849,53 \pm 4,98$ Н.

Для описания процесса разрыва в шкотовом узле обратимся к схеме (рис. 5а), откуда следует – чем нитка более жёсткая (имеет большее количество первичной и вторичной крутки), тем площади контакта меньше, и при одинаковом давлении с нитками меньшей крутки, жёсткие нитки разрушаются быстрее, что определяется по формуле

$$P = T/S, \quad (1)$$

где T – обжимающее нить усилие; S – площадь контакта нитки; P – давление на нитку.

Также контактное давление определяется по формуле Эйлера [2]:

$$\sigma_k = T/R, \quad (2)$$

где R – радиус нитки.

Из формул (1, 2) и известного явления, что в обычном узле ($S = 100\%$) потеря прочности от разрывной нагрузки T_p составляет $1/2$, следует

$$T_{об} = (1/2)T_p, \quad (3)$$

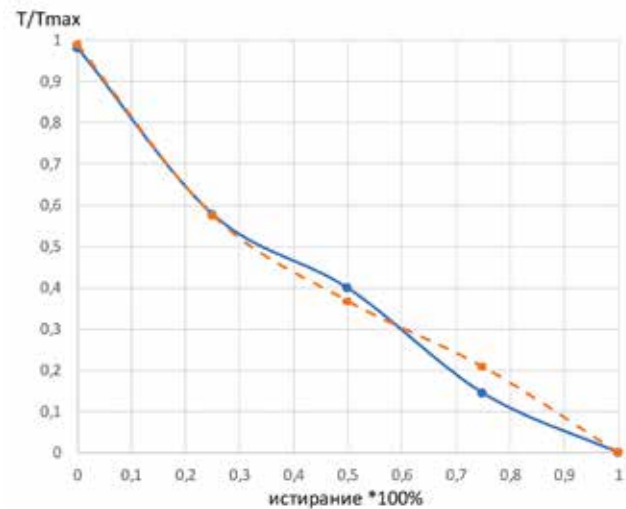
где $T_{об}$ – разрывное усилие нитки в обычном узле.

Исследование области контакта нитки в шкотовом узле после деформации показало, что его можно принять $S = 27/32$ (рис. 5а), тогда формула (3) примет вид

$$T_y = kT_p / 2S, \quad (4)$$

где T_y – разрывное усилие нитки в узле; k – коэффициент пропорциональности.

Для наиболее мягкой нитки произв. 1 ($k = 1$) $T_{шк} = T_p(16/27) = 105,8(16/27) = 62,69$ кгс, а по-



□ – произв. 1; □ – произв. 2

Рисунок 3. Диаграммы истирания ниток

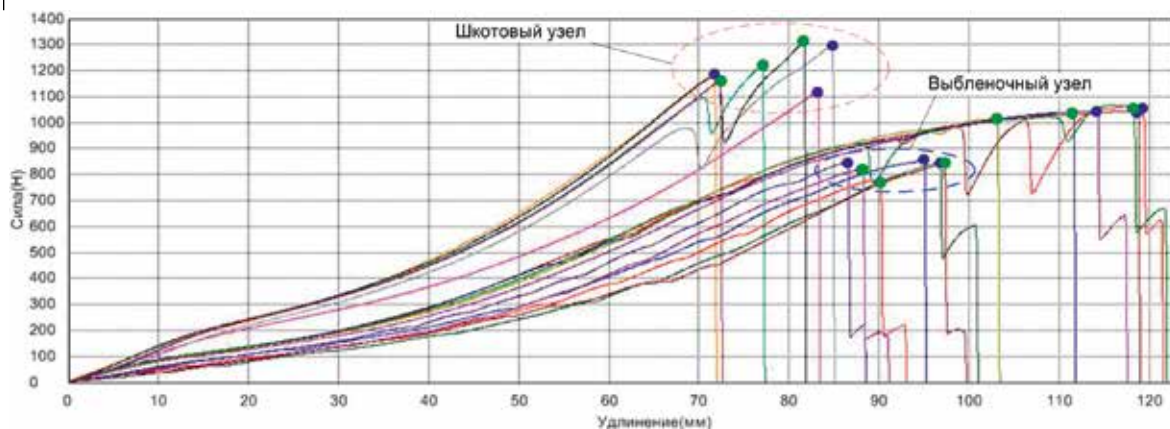
□ – manufacturer 1; □ – manufacturer 2

Figure 3. Thread rupture diagram

скольку ниток в узле две, то $2T_{шк} = 125,39$ кгс ($1230,1$ Н) ($0,15\%$ погрешности эксперимента).

Коэффициент пропорциональности найдем исходя из физической зависимости соотношений первичных круток (табл. 1) для произв. 2 $k = 197,2/203,1$, тогда $2T_{шк} = 2 \cdot 105,95(16/27) \cdot 0,971 = 121,93$ ($1196,13$ Н), ($0,42\%$ погрешности эксперимента).

Для выбленочного узла (рис. 5б), в рамках проведения эксперимента, следует, что при обтяжке узла нитка более жёсткая входит в шнур на большую глубину, а мягкая нитка – на меньшую глубину. Следовательно, распределённое усилие в узле для жёсткой нитки приходится на малую площадь контакта, а для мягкой нитки распределённое усилие приходится на большую площадь контакта. Исследование площади контакта нитки в выбленочном узле при деформации показало, что его можно принять $S = 20-32$, тогда для произв. 1 ($k = 1$) $T_{шк} = T_p(16/20) = 1037,1(16/20) = 829,68$ Н, про-



■ – произв. 1; □ – произв. 2

Рисунок 4. Диаграмма разрыва ниток при разном истирании

■ – manufacturer 1; □ – manufacturer 2

Figure 4. Threads rupture diagram with different wear

изв. 2 ($k = 1$) $T_{шк} = T_p(16/20) = 1045,7(16/20) = 836,56Н$ (1,5 % погрешности эксперимента).

ВЫВОДЫ

Поскольку при проектировании орудий рыболовства принят коэффициент запаса 4, а значения разрывной нагрузки при 75% истирании меньше расчётной нагрузки (рис. 3), то в расчётах и на практике необходимо учитывать характеристики ниток при истирании до 50% включительно. При этом нитки с минимальной первичной круткой имеют большую разрывную нагрузку, хотя нити с большей круткой истираются дольше. Если следовать работе [1], то, при прочности коэффициента запаса 2, время истирания нитки с минимальной первичной круткой будет больше

(рис. 3). Все эти выводы подходят для нитей, которые изготавливаются в рамках ТУ (табл. 1) и соответственно сбалансированы по массе и диаметру, в отличие от данных [1, рис. 20].

На основе физики процесса получена формула (4) для расчёта потери прочности ниток в шкотовых и выбленочных узлах. Увеличение потери прочности в шкотовом узле связано с повышением первичной крутки, что аналогично для потери прочности хребтин ярусов при выборке [4].

Таким образом, в рамках ТУ на производство ниток и делей рекомендуется выпускать и использовать нитки с минимальными значениями первичной и вторичной крутки: уменьшается масса, а, следовательно, себестоимость, сохраняется разрывная нагрузка, возрастает прочность в шкотовых узлах.

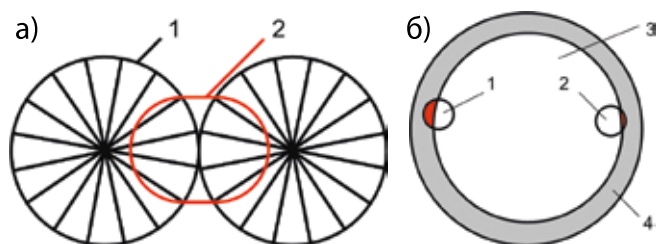


Рисунок 5. Области контактов нитей и ниток в узлах (выделены красным)

а – изменение формы ниток в шкотовом узле: 1 – без деформации; 2 – при деформации (затяжка узла при разрыве);

б – параметры зоны контактов ниток в выбленочном узле: 1 – произв. 1; 2 – произв. 2; 3 – шнур Ø8 мм; 4 – обжимающая нить

Figure 5. Contact areas of threads and threads in nodes (highlighted in red)

a – change in the shape of the threads in the clew: 1 – without deformation; 2 – with deformation (tightening the knot at break);

b – parameters of the thread contact area in the knotted knot: 1 – manufacturer 1; 2 – manufacturer 2; 3 – thread 8 mm; 4 – crimping thread

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Ломакина Л.М. Технология постройки орудий лова. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984 – 208 с.
1. Lomakina L.M. Tekhnologiya postrojki orudij lova. M.: Legk. i pishch. prom-st', 1984 – 208 p.
2. Лаврушина Е.Г. Влияние узловых соединений на прочность нитей. // Материалы III международной научной конференции "Рыбохозяйственные исследования мирового океана". – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2005, Т. 1, С. –72-74.
2. Lavrushina E.G. Vliyanie uzlovnyh soedinenij na prochnost' nitej. // Materialy III mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii "Rybohozyajstvennyye issledovaniya mirovogo okeana". – Vladivostok: Dal'rybvтуz, 2005, V. 1, Pp. 72-74.
3. Осипов Е.В., Пилипчук Д.А. Исследование синтетических нитей с учетом узловых соединений// Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы нац. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2019. – С. 46-48.
3. Osipov E.V., Pilipchuk D.A. Issledovanie sinteticheskikh nitej s uchetom uzlovnyh soedinenij// Nauchno-prakticheskie voprosy regulirovaniya rybolovstva: materialy nac. nauch.-tekhn. konf. – Vladivostok: Dal'rybvтуz, 2019. – Pp. 46-48.
4. Осипов Е.В. Совершенствование технологий глубоководного ярусного и ловушечного промысла. Рыбное хозяйство, № 3, 2018. –С 90-93.
4. Osipov E.V. Sovershenstvovanie tekhnologij glubokovodnogo yarusnogo i lovushechnogo promysla. Rybnoe hozyajstvo, Issue 3, 2018. – Pp. 90-93.
5. Durville D. Contact-friction modeling within elastic beam assemblies: an application to knot tighten ing. Comput Mech (2012) 49:687–707
5. Durville D. Contact-friction modeling within elastic beam assemblies: an application to knot tighten ing. Comput Mech (2012) 49:687-707

Keywords:

iwashi, fractional composition, fatty acid composition, polyunsaturated fatty acids, omega-3, omega-6, preserves

Исследования липидов сардины иваси в свете оптимизации питания населения

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-101-106

Канд. техн. наук

Е.С. Чупикова – заведующая лабораторией нормирования, стандартизации и технического регулирования;

Канд. хим. наук

К.Г. Павел – ведущий специалист лаборатории технологии переработки гидробионтов;

С.А. Ткаченко – ведущий специалист лаборатории нормирования, стандартизации и технического регулирования Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

@ elena.chupikova@tinro-center.ru;
konstantin.pavel@tinro-center.ru;
svetlana.tkachenko@tinro-center.ru

Ключевые слова:

сардина иваси, фракционный состав, жирнокислотный состав, полиненасыщенные жирные кислоты, омега-3, омега-6, пресервы

STUDY OF IWASHI SARDINE LIPIDS IN THE SCOPE OF POPULATION NUTRITION OPTIMIZATION

E. Chupikova, PhD., K. Pavel, PhD, S. Tkachenko –

Pacific branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,
elena.chupikova@tinro-center.ru; konstantin.pavel@tinro-center.ru;
svetlana.tkachenko@tinro-center.ru

The article analyzes the fatty acid composition of the frozen iwashi lipids of different shelf lives. It is established that the total amount of essential fatty acids omega-3 and omega-6 in iwashi's fat reaches almost 90% of all polyunsaturated fatty acids and remains practically unchanged for 12 months of fish cold storage. It is shown that products from iwashi contain a significant amount of essential fatty acids, indispensable for the human body, which can be used to optimize the population nutrition and satisfy the physiological needs in eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acids.

Здоровое питание и повышение качества пищевой продукции – приоритеты государственной политики Российской Федерации. Стратегия повышения качества пищевой продукции до 2030 г. ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества [10].

Согласно Стратегии, качество пищевой продукции – это совокупность характеристик, соответствующих заявленным требованиям и включающих ее безопасность, потребительские свойства, энергетическую и пищевую ценность, аутентичность, способность удовлетворять потребности человека в пище, при обычных условиях использования, для обеспечения сохранения здоровья человека. Потребление пищевой продукции с низкими потребительскими свойствами

ми – причина снижения качества жизни и развития ряда заболеваний населения, в том числе за счет необоснованно высокой калорийности пищевой продукции, сниженной пищевой ценности, избыточного потребления насыщенных жиров, дефицита микронутриентов и пищевых волокон.

Цели Стратегии – обеспечение качества пищевой продукции, как важнейшей составляющей укрепления здоровья, увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения, содействие и стимулирование роста спроса и предложения на более качественные пищевые продукты и обеспечение соблюдения прав потребителей на приобретение качественной продукции. Для реализации поставленных целей немаловажное значение имеют исследования нутриентного состава пищевых продуктов и составляющих их компонентов. В последнее время особое внимание уделяется липидному профилю продуктов питания, а именно – соединениям, характеризующимся специфическим биологическим действием и функциональными свойствами – полиненасыщенным жирным кислотам (ПНЖК). Классифицируют два семейства ПНЖК: омега-3 и омега-6. Среди омега-3 наибольшее клиническое значение имеют эйкозопентаеновая (ЭПК), линоленовая и докозгексаеновая кислоты (ДГК), а среди омега-6 – арахидоновая (АК) и линолевая кислоты [11]. Исследования последних лет ещё раз показали, что полиненасыщенные жирные кислоты – необходимые компоненты пищи. Их наличие, а главным образом соотношение омега-3 и омега-6, определяют состояние липидного обмена, степень предрасположенности к сердечно-сосудистым заболеваниям, нарушениям нервной и зрительной функций, аллергическим заболеваниям, развитию воспалительных процессов [11]. Особое значение приобретает достаточная обеспеченность пожилых людей длинноцепочечными ПНЖК омега-3: эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК). Известно, что регулярное и адекватное потребление ЭПК и ДГК способствует профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. Являясь основой для синтеза цитокинов, эти кислоты участвуют в построении клеточных мембран, миелиновых оболочек, активируют нормальное деление стволовых клеток, синтез регуляторных белков, поддерживая когнитивные и ментальные функции у пожилых лиц [7; 4; 6].

Несмотря на то, что давно известно, что рыба является одним из основных источников

В статье приведены результаты исследований жирнокислотного состава липидов мороженой сардины иваси разных сроков хранения. Установлено, что суммарное количество эссенциальных жирных кислот ω -3 и ω -6 в жире сардины иваси приближается почти к 90,0% всех полиненасыщенных жирных кислот и практически не меняется на протяжении 12 месяцев холодильного хранения рыбы. Показано, что продукция из сардины иваси, содержащая значительное количество эссенциальных жирных кислот, незаменимых для организма человека, может быть использована при оптимизации питания населения и удовлетворения физиологических потребностей человека в эйкозопентаеновой и докозгексаеновой жирных кислотах.

ПНЖК [8], исследования липидов рыб, в свете оптимизации питания населения, по-прежнему актуальны [2; 3].

В настоящее время на Дальневосточном бассейне перспективным объектом промысла, с точки зрения рыбного сырья, жир которого содержит большое количество полиненасыщенных жирных кислот, является сардина иваси. Жирнокислотный состав липидов этой рыбы и высокое содержание ПНЖК известны с 80-90-х годов прошлого столетия [1]. Исследования фракционного состава липидов и ПНЖК сардины иваси и рыбной продукции из неё, как источника эссенциальных жирных кислот, продолжаются и в настоящее время [15; 16].

Ранее из сардины иваси выпускали консервы и пресервы в морских условиях из рыбы свежей (сырца) или на береговых предприятиях из мороженой рыбы, срок хранения которой был ограничен двумя месяцами (ГОСТ 32366-2013). В настоящее время, изменившаяся структура флота и оснащение промысловых судов технологическим оборудованием, не позволяют обрабатывать сардину иваси в море и выпускать продукцию высокой степени переработки (пресервы и консервы) как было ранее. Практически весь улов идет на производство мороженой рыбы. Исследования последних лет позволили, за счёт использования современных упаковочных материалов, увеличить срок хранения мороженой сардины иваси до 12 месяцев, без ухудшения потребительских свойств и обеспечения безопасности продукции [14; 9; 12]. Однако наибольший интерес представляют иссле-

Таблица 1. Фракционный состав липидов мышечной ткани сардины иваси разного срока хранения / **Table 1.** Fractional composition of muscle tissue lipids in iwashi of different shelf life

Состав липидов	Содержание, %		
	2 мес	6 мес	12 мес
Фосфолипиды	8,53	8,97	8,30
Диглицериды	2,00	2,63	5,00
Стерины	1,87	2,50	2,40
Свободные жирные кислоты	3,37	5,50	9,87
Триглицериды	83,70	79,70	72,13
Эфиры стеринов	0,53	0,70	2,30

дования изменения состава липидов и жирных кислот при длительном холодильном хранении сардины иваси. В связи с этим целью исследований стало изучение липидного профиля мороженой сардины иваси в процессе хранения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования была взята мороженая продукция из сардины иваси (*Sardinops melanostictus*), выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне.

Экстракцию липидов проводили по методу Блайя и Дайера [18], массовую долю определяли гравиметрически. При определении общего содержания жирных кислот в жире

сардины иваси использовали коэффициент пересчета – 0,9 (Справочник МакКанса, 2006). Для определения состава жирных кислот общие липиды конвертировали в метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) по известной методике [18]. МЭЖК очищали методом препааративной тонкослойной хроматографии на стеклянных пластинках с силикагелем (Merck Co. Ltd, Германия, 5 мкм) с использованием системы растворителей бензол : гексан – 7:3 (по объему) в качестве элюента. Газо-жидкостную хроматографию метиловых эфиров проводили на хроматографе Shimadzu GC-16A (Япония) с использованием капиллярной колонки SupelcowaxTM 10 (30,0 м x 0,32 мм, толщина

Таблица 2. Жирнокислотный состав липидов мышечной ткани сардины иваси мороженой разных сроков хранения / **Table 2.** Fatty acid composition of muscle tissue lipids in frozen iwashi of different shelf life

Наименование ЖК	Содержание, % от общего содержания жирных кислот		
	2 мес	6 мес	12 мес
Насыщенные			
Лауриновая 12:0	0,15	-	0,55
Миристиновая 14:0	7,18	7,99	7,37
i-15:0	0,23	0,18	0,26
ai-15:00	-	0,11	-
15:0	0,40	0,46	0,41
Пальмитиновая 16:0	18,53	18,29	17,57
i-16:0	-	0,13	-
i-17:0	0,32	0,39	0,32
ai-17:0	0,29	0,35	0,30
Маргариновая 17:0	0,27	0,29	0,26
i-18:0	0,19	0,19	0,17
ai-18:00	-	0,14	0,13
Стеариновая 18:0	2,45	2,33	2,32
19:0	0,11	0,19	0,11
Арахидиновая 20:0	0,16	0,14	0,14
Мононенасыщенные			
14:1 ω 9	-	-	0,10
15:1 ω 8	-	0,25	-
16:1 ω 5	0,29	0,33	0,27
Пальмитолеиновая 16:1 ω 7	7,51	7,96	7,30
17:1 ω 8	-	-	0,89
17:1 ω 9	0,73	0,88	-
18:1 ω 5	0,46	0,44	0,47
18:1 ω 7	3,20	3,13	2,99
Олеиновая 18:1 ω 9	8,22	7,68	7,79
Нонадеценная 19:1 ω 9	0,12	-	0,10
20:1 ω 5	-	-	0,10
Эйкозеновая 20:1 ω 7	0,20	0,19	0,20
20:1 ω 9	2,04	1,67	1,80
20:1 ω 11	4,55	3,20	4,36
22:1 ω 5	-	-	0,30
22:1 ω 7	0,10	-	0,12
Эруковая 22:1 ω 9	0,59	0,50	0,49
Кетолеиновая 22:1 ω 11	4,70	3,55	4,54
24:1 ω 9	0,63	0,55	0,55
Полиненасыщенные			
16:2 ω 4	1,29	1,36	1,35
16:3 ω 3	-	0,18	-
16:4 ω 1	1,78	2,18	2,12
18:2 ω 4	0,30	0,32	0,34
Линолевая 18:2 ω 6	1,06	1,04	1,00
18:2 ω 9	-	-	0,10
α-Линоленовая 18:3 ω 3	0,63	0,75	0,72
γ-Линоленовая 18:3 ω 6	0,17	0,20	0,18
18:4 ω 1	0,31	0,27	0,35
18:4 ω 3	2,36	2,59	2,97
20:2 ω 6	0,18	1,25	0,20
20:4 ω 3	0,87	0,80	0,94
Арахидоновая 20:4 ω 6	0,47	0,66	0,46
20:3 ω 6	0,18	-	-
Эйкозапентаеновая 20:5 ω 3	14,17	15,72	14,95
21:5 ω 3	0,53	0,58	0,61
22:2 ω 6	0,22	-	-
22:4 ω 6	-	-	0,11
Докозапентаеновая 22:5 ω 3	2,14	1,97	2,20
22:5 ω 6	0,12	0,11	0,14
Докозагексаеновая 22:6 ω 3	8,29	7,36	8,06
Насыщенные	30,28	30,99	29,91
Мононенасыщенные	33,34	30,33	32,37
Полиненасыщенные	35,07	37,34	36,80
Другие	1,31	1,34	0,92
∑ ω -3	28,99	29,95	30,45
∑ ω -6	2,18	3,26	2,09

Таблица 3. Сравнительные данные по содержанию ЭПК и ДГК в разных видах рыб /
Table 3. Comparative data on the content of EPA and DHA in different fish species

Наименование рыб	Липиды, %	ЭПК, %	ДГК, %	Σ ЭПК и ДГК, %	Общее содержание жирных кислот, %	Σ ЭПК и ДГК, г/100 г продукта
сайра*	19,50	7,19	12,91	20,10	17,55	3,53
лемонема**	0,50	7,44	29,74	37,18	0,45	0,17
макрурус малоглазый**	0,30	2,50	19,6	22,1	0,27	0,06
окунь красный**	7,00	4,40	5,00	9,40	6,30	0,59
камбала желтобрюхая**	1,70	18,33	8,00	26,33	1,53	0,40
палтус белокорый**	3,40	6,75	12,16	18,91	3,06	0,58
сельдь т/о	14,85	8,37	3,65	12,02	13,37	1,61
сардина иваси	22,80	14,95	7,90	22,85	20,52	4,69
пресервы из сардины иваси	18,60	14,24	10,4	24,64	16,74	4,12

Примечание: * - Данные Шульгиной Л.В. (2017); ** - Данные Богданова В.Д. (2010).

Таблица 4. Фракционный состав липидов пресервов из сардины иваси /
Table 4. Fractional composition of lipids in preserves from iwasi sardine

Состав липидов	Содержание, %
Фосфолипиды	2,97
Диглицириды	2,83
Стерины	1,20
Свободные жирные кислоты	6,50
Триглицериды	85,5
Эфиры стериннов	1,00

пленки – 0,25 мкм, Supelco, США) и пламенно-ионизационного детектора при температуре колонки 190°C, температуре инжектора и детектора 240°C. В качестве газа-носителя использовали гелий со скоростью потока 1 мл/мин и делителем потока 1/60. Идентификацию жирных кислот проводили с использованием индексов эквивалентной длины цепи ECL [19]. Содержание индивидуальных кислот определяли по площадям пиков, полученных с помощью базы обработки данных Shimadzu Chromatopac C-R4A (Япония).

Фракционный состав липидов определяли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на аналитических пластинах «Sorbfil» («Сорбполимер», Россия) с использованием системы растворителей гексан : диэтиловый эфир : уксусная кислота – 70:30:2 (по объему) в качестве элюента. Хроматограммы проявляли опрыскиванием 10%-ным спиртовым раствором фосфорно-молибденовой кислоты с последующим нагреванием при 110°C. Идентификацию отдельных классов липидов проводили по величинам R_f и сравнением с нанесенными свидетелями, количественную оценку – денситометрией с помощью пакета программного обеспечения ImageJ v.1.47 [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали, что жировая доля жира в мороженых образцах сардины иваси в среднем составила 22,8±0,4%.

Сравнительная характеристика состава липидов мороженой сардины иваси разных сроков хранения приведена в таблице 1.

Как видно из представленных данных, фракционный состав липидов мороженой сардины иваси в процессе хранения изменяется незначительно. Основные изменения состоят в увеличении содержания свободных жирных кислот, диглициридов и снижении количества триглицеридов.

Результаты исследований жирнокислотного состава мороженой сардины в процессе холодильного хранения представлены в таблице 2. Проведенные исследования показали, что в жире мороженой сардины иваси порядка 85,0% насыщенных жирных кислот приходится на пальмитиновую и миристиновую жирную кислоту. Среди мононенасыщенных преобладают олеиновая и пальмитолеиновая кислоты. Больше трети количества всех жирных кислот липидов сардины иваси приходится на полиненасыщенные жирные кислоты. Среди полиненасыщенных выделяются высоконепредельные кислоты: эйкозапентаеновая (14,17%-15,72%) и докозагексаеновая (7,36%-8,29%). Из полиненасыщенных ω-6 кислот преобладает линолевая кислота (1,0%-1,06%). Суммарное количество эссенциальных жирных кислоты ω-3 и ω-6 приближается почти к 90,0% всех полиненасыщенных жирных кислот. Количество омега-3 и омега-6 на 100 г мышечной ткани сардины иваси значительно, на порядок, превышает их содержание в других рыбах (табл. 3).

Следует отметить, что состав и содержание жирных кислот липидов мышечной ткани сардины иваси мороженой на протяжении 12 месяцев холодильного хранения при температуре минус 18°C практически не изменяется. Таким



Таблица 5. Жирнокислотный состав липидов пресервов из сардины иваси /
Table 5. Fatty acid composition of lipids in preserves from iwasi sardine

Наименование ЖК	Содержание, % от общего содержания жирных кислот	
	Насыщенные	
Лауриновая 12:0		0,26
i-14:0		0,13
Миристиновая 14:0		7,00
i-15:0		0,26
15:0		0,49
Пальмитиновая 16:0		18,88
i-17:0		0,38
ai-17:0		0,28
Маргариновая 17:0		0,37
i-18:0		0,20
ai-18:00		0,14
Стеариновая 18:0		2,63
19:0		0,17
Арахидиновая 20:0		0,16
22:0		-
Мононенасыщенные		
14:1 ω 9		0,13
16:1 ω 5		0,29
Пальмитолеиновая 16:1 ω 7		6,95
17:1 ω 8		-
17:1 ω 9		0,68
18:1 ω 5		0,41
18:1 ω 7		2,87
Олеиновая 18:1 ω 9		9,02
Нонадеценивая 19:1 ω 9		0,13
Эйкозеновая 20:1 ω 7		0,19
20:1 ω 9		1,85
20:1 ω 11		2,78
22:1 ω 7		-
Эруковая 22:1 ω 9		0,49
Кетолеиновая 22:1 ω 11		3,16
24:1 ω 9		0,60
Полиненасыщенные		
16:2 ω 4		1,24
16:4 ω 1		1,52
18:2 ω 4		0,25
Линолевая 18:2 ω 6		1,28
α-Линоленовая 18:3 ω 3		0,90
γ-Линоленовая 18:3 ω 6		0,17
18:4 ω 1		0,23
18:4 ω 3		3,03
20:2 ω 6		0,18
20:4 ω 3		1,02
Арахидоновая 20:4 ω 6		0,52
20:3 ω 6		0,10
Эйкозапентаеновая 20:5 ω 3		14,24
21:5 ω 3		0,52
22:4 ω 6		-
Докозапентаеновая 22:5 ω 3		2,03
22:5 ω 6		0,14
Докозагексаеновая 22:6 ω 3		10,40
Насыщенные		31,35
Мононенасыщенные		29,55
Полиненасыщенные		37,77
Другие		1,33
∑ ω -3		32,14
∑ ω -6		2,39

образом, в результате исследований было определено, что мороженая сардина иваси на протяжении установленного срока хранения может использоваться в качестве источника ПНЖК при изготовлении пищевой продукции, например, пресервов.

В таблицах 4 и 5 приведены фракционный и жирнокислотный состав липидов пресервов из сардины иваси. Массовая доля жира в пресервах из сардины иваси в среднем составила $18,6 \pm 0,5\%$. Основная часть полиненасыщенных жирных кислот представлена эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислотами. Суммарное количество ЭПК и ДГК на 100 г пресервов из сардины иваси составляет в среднем 4,04 граммов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, совокупность полученных данных по фракционному составу липидов и составу жирных кислот мороженой продукции и пресервов из сардины иваси, а также исследования других авторов позволяют сделать заключение о высокой пищевой ценности липидов сардины иваси за счет высокого содержания биологически активных жирных кислот. Соответственно, продукция из сардины иваси, содержащая значительное количество эссенциальных жирных кислот, может быть использована при оптимизации питания населения и удовлетворения физиологических потребностей человека в эйкозапентаеновой и докозагексаеновой жирных кислотах.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акулин В.Н., Блинов Ю.Г., Швидкая З.П., Попков А.А. Состав липидов натуральных консервов из некоторых видов рыб и беспозвоночных. // Изв. ТИНРО. 1995. Т. 118. С. 48-53.
1. Akulin V.N., Blinov YU.G., SHvidkaya Z.P., Popkov A.A. Sostav lipidov natural'nykh konservov iz nekotorykh vidov ryb i bespozvonochnykh. // Izv. TINRO. 1995. V. 118. Pp. 48-53.
2. Богданов В.Д., Петрова Л.Д. Оценка химического состава и технологических свойств промысловых глубоководных рыб тихоокеанского бассейна // Пищевая промышленность. 2010. №12. С. 92-95.
2. Bogdanov V.D., Petrova L.D. Ocenka himicheskogo sostava i tekhnologicheskikh svoystv promyslovykh glubokovodnykh ryb tihookeanskogo bassejna // Pishchevaya promyshlennost'. 2010. №12. Pp. 92-95.
3. Вафина Л.Х., Рубцова Т.Е., Козин А.В., Волкова А.Б., Митешова Т.С. Характеристика водных биоресурсов подмосковных водоёмов по показателям безопасности и качества // Труды ВНИРО. 2016. Т. 159. С. 30-42.
3. Vafina L.H., Rubcova T.E., Kozin A.V., Volkova A.B., Miteshova T.S. Harakteristika vodnykh bioresursov podmoskovnykh vodoymov po pokazatelyam bezopasnosti i kachestva // Trudy VNIRO. 2016. V. 159. Pp. 30-42.
4. Ворслов Л.О. Омега-3-полиненасыщенные жирные кислоты как источник долголетия // Вопр. диетологии. 2017. Т. 7, № 1. С. 36-41.
4. Vorslov L.O. Omega-3-polinenasyshchennyye zhirnyye kisloty kak istochnik dolgoletiya // Vopr. dietologii. 2017. T. 7, № 1. S. 36-41.
27. Жуков А.Ю., Ворслов Л.О., Давидян О.В. Омега-3 индекс: современный взгляд и место в клинической практике // Вопр. диетологии. 2017. Т. 7, № 2. С. 69-74.
27. Zhukov A.YU., Vorslov L.O., Davidyan O.V. Omega-3 indeks: sovremennyy vzglyad i mesto v klinicheskoy praktike // Vopr. dietologii. 2017. V. 7, № 2. Pp. 69-74.
4. Vorslov L.O. Omega-3-polinenasyshchennyye zhirnyye kisloty kak istochnik dolgoletiya // Vopr. dietologii. 2017. T. 7, № 1. S. 36-41.
27. Zhukov A.YU., Vorslov L.O., Davidyan O.V. Omega-3 indeks: sovremennyy vzglyad i mesto v klinicheskoy praktike // Vopr. dietologii. 2017. V. 7, № 2. Pp. 69-74.
5. ГОСТ 32366-2013 Рыба мороженая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014.
5. GOST 32366-2013 Ryba morozhenaya. Tekhnicheskie usloviya. – M.: Standartinform, 2014.
6. Жуков А.Ю., Ворслов Л.О., Давидян О.В. Омега-3 индекс: современный взгляд и место в клинической практике // Вопр. диетологии. 2017. Т. 7, № 2. С. 69-74.
6. Zhukov A.YU., Vorslov L.O., Davidyan O.V. Omega-3 indeks: sovremennyy vzglyad i mesto v klinicheskoy praktike // Vopr. dietologii. 2017. V. 7, № 2. Pp. 69-74.
7. Калиниченко С.Ю. Болезни цивилизации XXI века: во всем ли виноваты только гены? Новая модель медицины: медицина 5П – медицина эффективной профилактики и терапии // Вопр. диетологии. 2017. Т. 7, № 1. С. 5-9.
7. Kalinichenko S.YU. Bolezni civilizatsii HKH1 veka: vo всем li vinovaty tol'ko geny? Novaya model' mediciny: medicina 5P – medicina effektivnoy profilaktiki i terapii // Vopr. dietologii. 2017. V. 7, № 1. Pp. 5-9.
7. Калиниченко С.Ю. Болезни цивилизации XXI века: во всем ли виноваты только гены? Новая модель медицины: медицина 5П – медицина эффективной профилактики и терапии // Вопр. диетологии. 2017. Т. 7, № 1. С. 5-9.
7. Kalinichenko S.YU. Bolezni civilizatsii HKH1 veka: vo всем li vinovaty tol'ko geny? Novaya model' mediciny: medicina 5P – medicina effektivnoy profilaktiki i terapii // Vopr. dietologii. 2017. V. 7, № 1. Pp. 5-9.
8. Ржавская Ф.М. 1976. Жиры рыб и морских млекопитающих. М.: изд-во «Пищевая промышленность». 473 с.
8. Rzhavskaya F.M. 1976. ZHiry ryb i morskikh mlekopitayushchih. M.: izd-vo «Pishchevaya promyshlennost'». 473 p.
8. Rzhavskaya F.M. 1976. ZHiry ryb i morskikh mlekopitayushchih. M.: izd-vo «Pishchevaya promyshlennost'». 473 p.
9. Селиванчик С.А., Чупикова Е.С. Технохимические характеристики и показатели безопасности сардины иваси «нового воспроизводства» // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017. № 2. С. 30-34
9. Selivanchik S.A., SHupikova E.S. Tekhnohimicheskie harakteristiki i pokazateli bezopasnosti sardiny ivasi «novogo vosproizvodstva» // Rybovodstvo i rybnoye hozyajstvo. 2017. № 2. Pp. 30-34
9. Selivanchik S.A., SHupikova E.S. Tekhnohimicheskie harakteristiki i pokazateli bezopasnosti sardiny ivasi «novogo vosproizvodstva» // Rybovodstvo i rybnoye hozyajstvo. 2017. № 2. Pp. 30-34
10. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение от 29 июня 2016 г. № 1364-р.
10. Strategiya povysheniya kachestva pishchevoj produkcii v Rossijskoj Federacii do 2030 goda: Rasporyazhenie ot 29 iyunya 2016 g. № 1364-r.
10. Strategiya povysheniya kachestva pishchevoj produkcii v Rossijskoj Federacii do 2030 goda: Rasporyazhenie ot 29 iyunya 2016 g. № 1364-r.
11. Суханов А.В. Полиненасыщенные жирные кислоты в лечении и профилактике когнитивных расстройств позднего возраста: современное состояние и перспективы // Атеросклероз: научно-практический журнал. 2012. Т. 8, № 1. С. 54-60.
11. Suhanov A.V. Polinenasyshchennyye zhirnyye kisloty v lechenii i profilaktike kognitivnykh rasstrojstv pozdnego vozrasta: sovremennoye sostoyanie i perspektivy // Ateroskleroz: nauchno-prakticheskij zhurnal. 2012. V. 8, № 1. Pp. 54-60.
11. Suhanov A.V. Polinenasyshchennyye zhirnyye kisloty v lechenii i profilaktike kognitivnykh rasstrojstv pozdnego vozrasta: sovremennoye sostoyanie i perspektivy // Ateroskleroz: nauchno-prakticheskij zhurnal. 2012. V. 8, № 1. Pp. 54-60.
12. Ткаченко С.А., Чупикова Е.С., Якуш Е.В. Исследование качественных показателей скумбрии японской и сардины дальневосточной (иваси) в процессе холодильного хранения // Рыбное хозяйство: научно-практический и производственный журнал. 2018. № 2. С. 104-108.
12. Tkachenko S.A., SHupikova E.S., Yakush E.V. Issledovanie kachestvennykh pokazatelej skumbrii yaponskoj i sardiny dal'nevostochnoj (ivasi) v processe holodil'nogo hraneniya // Rybnoye hozyajstvo: nauchno-prakticheskij i proizvodstvennyj zhurnal. 2018. № 2. S. 104-108.
12. Tkachenko S.A., SHupikova E.S., Yakush E.V. Issledovanie kachestvennykh pokazatelej skumbrii yaponskoj i sardiny dal'nevostochnoj (ivasi) v processe holodil'nogo hraneniya // Rybnoye hozyajstvo: nauchno-prakticheskij i proizvodstvennyj zhurnal. 2018. № 2. Pp. 104-108.
13. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса Х46 и Уиддоусона / пер. с англ. под общ. ред. д-ра мед. наук А. К. Батурина. СПб.: Профессия, 2006. С. 19-20.
13. Himicheskij sostav i energeticheskaya cennost' pishchevykh produktov: spravochnik MakKansa H46 i Uiddousona / per. s angl. pod obshch. red. d-ra med. nauk A. K. Baturina. SPb.: Professiya, 2006. Pp. 19-20.
13. Himicheskij sostav i energeticheskaya cennost' pishchevykh produktov: spravochnik MakKansa H46 i Uiddousona / per. s angl. pod obshch. red. d-ra med. nauk A. K. Baturina. SPb.: Professiya, 2006. Pp. 19-20.
14. Чупикова Е.С., Селиванчик С.А., Якуш Е.В. Современное состояние нормативной базы для переработки дальневосточной сардины (Sardinops melanosticta) и японской скумбрии (Scomber japonicas) как перспективных объектов промысла Дальнего востока // Известия ТИНРО. 2015. Т.183. С. 284-289.
14. SHupikova E.S., Selivanchik S.A., Yakush E.V. Sovremennoye sostoyanie normativnoj bazy dlya pererabotki dal'nevostochnoj sardiny (Sardinops melanosticta) i yaponskoj skumbrii (Scomber japonicas) kak perspektivnykh ob'ektov promysla Dal'nego vostoka // Izvestiya TINRO. 2015. V.183. Pp. 284-289.
14. SHupikova E.S., Selivanchik S.A., Yakush E.V. Sovremennoye sostoyanie normativnoj bazy dlya pererabotki dal'nevostochnoj sardiny (Sardinops melanosticta) i yaponskoj skumbrii (Scomber japonicas) kak perspektivnykh ob'ektov promysla Dal'nego vostoka // Izvestiya TINRO. 2015. V.183. Pp. 284-289.
15. Шишкина А.И., Шульгина Л.В., Супрунова И.А. Сардина тихоокеанская как источник омега-3 жирных кислот // Актуальные вопросы и перспективы развития сельскохозяйственных наук. /Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 4. г. Омск, 2017. С. 31-34
15. SHishkina A.I., SHul'gina L.V., Suprunova I.A. Sardina tihookeanskaya kak istochnik omega-3 zhirnykh kislot // Aktual'nye voprosy i perspektivy razvitiya sel'skohozyajstvennykh nauk. /Sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. № 4. g. Omsk, 2017. Pp. 31-34
15. SHishkina A.I., SHul'gina L.V., Suprunova I.A. Sardina tihookeanskaya kak istochnik omega-3 zhirnykh kislot // Aktual'nye voprosy i perspektivy razvitiya sel'skohozyajstvennykh nauk. /Sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. № 4. g. Omsk, 2017. Pp. 31-34
16. Шульгина Л.В., Якуш Е.В., Давлетшина Т.А., Павловский А.М., Павел К.Г., Касьянов С.П. Полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега-3 в продукции из дальневосточных рыб // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2017. №5 (72). С. 42-45
16. SHul'gina L.V., Yakush E.V., Davletshina T.A., Pavlovskij A.M., Pavel' K.G., Kas'yanov S.P. Polinenasyshchennyye zhirnyye kisloty semejstva omega-3 v produkcii iz dal'nevostochnykh ryb // Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka. 2017. №5 (72). S. 42-45
16. SHul'gina L.V., Yakush E.V., Davletshina T.A., Pavlovskij A.M., Pavel' K.G., Kas'yanov S.P. Polinenasyshchennyye zhirnyye kisloty semejstva omega-3 v produkcii iz dal'nevostochnykh ryb // Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka. 2017. №5 (72). Pp. 42-45
17. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification // Canad. J. Biochem. Physiol. 1959. № 37. P. 911-917.
17. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification // Canad. J. Biochem. Physiol. 1959. № 37. Pp. 911-917.
17. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification // Canad. J. Biochem. Physiol. 1959. № 37. Pp. 911-917.
18. Carreau J.P., Dubacq J.P. Adaption of macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. 1978. Vol. 151. P. 384-390.
18. Carreau J.P., Dubacq J.P. Adaption of macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. 1978. Vol. 151. Pp. 384-390.
18. Carreau J.P., Dubacq J.P. Adaption of macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. 1978. Vol. 151. Pp. 384-390.
19. Christie W.W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography – a reappraisal // J. Chromatogr. A. 1988. Vol.447, №2. P. 305-314.
19. Christie W.W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography – a reappraisal // J. Chromatogr. A. 1988. Vol.447, №2. Pp. 305-314.
19. Christie W.W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography – a reappraisal // J. Chromatogr. A. 1988. Vol.447, №2. Pp. 305-314.
20. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. – Nat. Methods. 2012 Vol. 9. P. 671-675.
20. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. – Nat. Methods. 2012 Vol. 9. Pp. 671-675.
20. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. – Nat. Methods. 2012 Vol. 9. Pp. 671-675.

Ключевые слова:
вторичные продукты
разделки рыб,
ферментоллизаты,
электрофоретическая
подвижность,
аминокислотный состав,
переваримость, пищевая
и биологическая ценность

Keywords:
secondary products of fish
cutting, fermentolysates,
electrophoretic mobility,
amino acid composition,
digestibility, nutritional
and biological value

Ферментоллизаты из вторичных продуктов разделки рыб: состав, пищевая и биологическая ценность

DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-107-112

Канд. техн. наук, доцент
Соколов А.В. – кафедра
управления качеством
и технологии водных
биоресурсов, заместитель
декана факультета
безотрывного образования;
д-р техн. наук, доцент
Дворянинова О.П. –
декан факультета
безотрывного образования,
зав. кафедрой управления
качеством и технологии
водных биоресурсов;
канд. техн. наук
Землянухина О.А. –
старший научный
сотрудник лаборатории
биотехнологии ботанического
сада им. проф.
Б. М. Козо-Полянского
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет
инженерных технологий»,

@ sokol993@yandex.ru

FERMENTOLYSATES OF SECONDARY PRODUCTS OF FISHES CUTTING: COMPOSITION, NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE

A. Sokolov, PhD, Associate Professor; O. Dvoryaninova, Doctor of Sciences, Professor;
O. Zemlyanukhina, PhD – Voronezh State University of Engineering Technologies,
sokol993@yandex.ru

Currently, the development of rational technologies for processing secondary resources of the fish processing industry is of considerable interest in order to obtain a range of food, fodders, technical, medical products, and biologically active additives on their basis. Of particular interest is the technology developed by the authors for obtaining dry food fermentolysates from secondary products of pink salmon and silver carp cutting. During the experiment, it was found that the protein zones for the samples are mainly represented by easily digestible low-molecular weight proteins with molecular mass from 13 to 33 kDa. The evaluation of amino acids ratio compared to the FAO standard showed that in the human body, the amino acids of fermentolysates are utilizable up to 68-80%, which proves their high biological value. The experimental data indicate a high availability and degree of destruction of fermentolysates' proteins by enzymes of the human gastrointestinal tract, which is up to 92,39-96,87%. Thus, fermentolysates from secondary cuts of fish are high-value protein products.

Рыбохозяйственный комплекс сегодня – динамично развивающаяся отрасль, входящая в число российских лидеров по динамике роста инвестиций, приоритетным направлением развития которой является повышение доли отечественной рыбной продукции на внутреннем рынке, ее разнообразия и доступности для потребителей,

а также – стимулирование производства рыбопродукции с высокой степенью переработки. Только при утилизации всего комплекса веществ, продуцируемых водными биоресурсами, можно существенно увеличить выпуск пищевых и кормовых продуктов, расширить их ассортимент, повысить рентабельность рыбообрабатывающих

предприятий, добиться оснащения их современным технологическим оборудованием, стимулировать развитие и дифференциацию рыбохозяйственной науки.

Преобразование любой, ранее существовавшей технологии переработки сырья водного происхождения в малоотходную и безотходную предполагает, наряду с производством основного вида продукции, комплексное и возможно более полное использование отходов при проведении различных технологических операций по выпуску пищевой, кормовой, технической, медицинской и другой продукции [9].

При переработке горбуши и толстолобика на перерабатывающих предприятиях формируется от 39 до 52% вторичных продуктов и отходов, содержащих большое количество ценных белков, которые в основном не востребованы, ввиду нерентабельности хранения и транспортировки (рис. 1) [1; 2].

Известно [2; 3], что вторичные ресурсы рыбоперерабатывающей отрасли представляют значительную биологическую ценность, поэтому усилия многих отечественных и зарубежных ученых направлены на разработку рациональных технологий их использования, с целью получения на их основе широкого ассортимента продуктов пищевого, кормового, технического, медицинского назначения и биологически активных добавок.

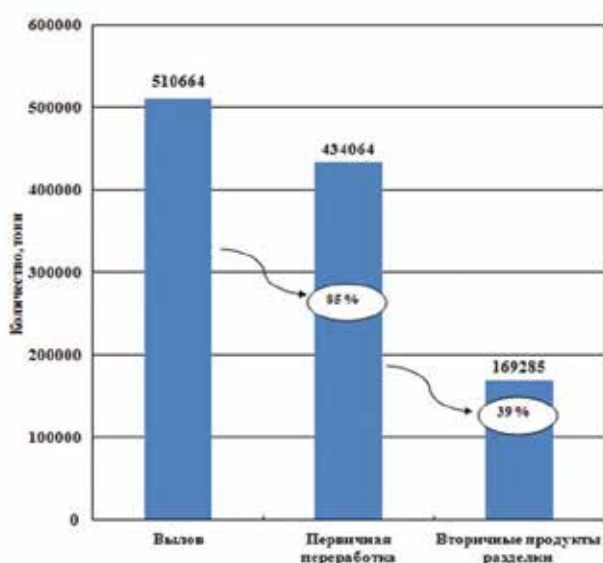
Одним из перспективных направлений научных исследований является использование в качестве сырьевых источников вторичных продуктов, полученных от разделки горбуши и толстолобика (рис. 2). Горбуша является важнейшим промысловым видом рыб, а толстолобик занимает одно из ведущих мест при выращивании в аквакультуре Воронежской области. Это свидетельствует о больших объемах рыбных отходов, образующихся при переработке [3; 5; 7].

Особый интерес представляет, разработанная авторами, технология получения сухих пищевых ферментов из вторичных продуктов раздел-

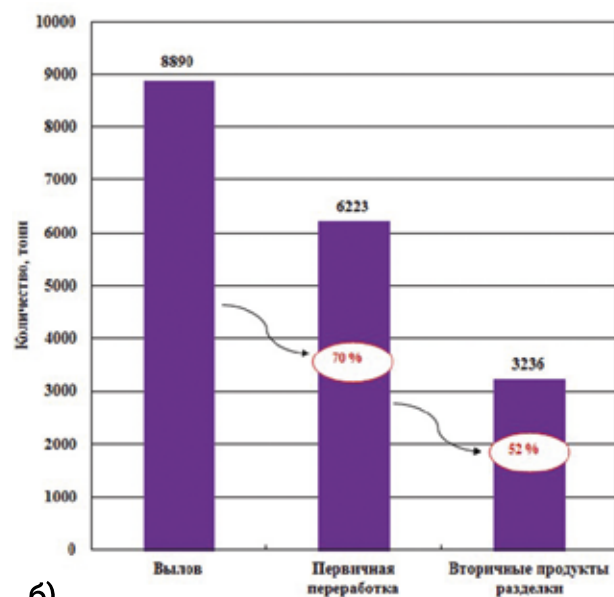
В настоящее время значительный интерес представляет разработка рациональных технологий переработки вторичных ресурсов рыбопереработки с целью получения на их основе широкого ассортимента продуктов пищевого, кормового, технического, медицинского назначения и биологически активных добавок. Авторами разработана технология получения сухих пищевых ферментов из вторичных продуктов разделки горбуши и толстолобика. В ходе эксперимента установлено, что белковые зоны для образцов представлены в основном низкомолекулярными легкоусвояемыми белками с м.м. от 13 до 33 кДа. Оценка соотношения аминокислот, по сравнению с эталоном ФАО, показала, что в организме человека аминокислоты ферментов способны утилизироваться на 68-80%, что доказывает их высокую биологическую ценность. Собственные экспериментальные данные свидетельствуют о высокой доступности и степени деструкции белков ферментов ферментами желудочно-кишечного тракта человека, что составляет от 92,39 до 96,87%. Таким образом, ферменты из вторичных продуктов разделки рыб являются высокоценными белковыми продуктами.

ки исследуемых видов рыб (чешуя, шкурка, плавники) (рис. 3) [4; 6; 8].

Известно [5], что гидролизаты получают из сырья растительного, животного и водного происхождения, растворяя белки кислотами и используя ферменты сырья (автопротеолиз) или протеолитические ферментные препараты (ферментативный гидролиз). В результате в конечном продукте содержатся те же аминокислоты и в том же соотношении, что и в исходном сырье. Уникальные свойства гидролиза-



а)



б)

Рисунок 1. Объемы вторичных продуктов разделки рыб: а – горбуши; б – толстолобика

Figure 1. Volumes of secondary fish cutting products: a – pink salmon; b – silver carp

тов – высокая растворимость, термостабильность, низкая вязкость даже при высоких концентрациях, позволяют использовать их в производстве пищевых продуктов, а высокая биологическая ценность – и в медицинских целях.

Ферментативный способ получения гидролизатов считается наиболее современным и перспективным для производства пищевой продукции, поскольку за счет регулирования дозы протеолитического фермента и параметров процесса, возможно получать продукты с различным сбалансированным составом азотистых веществ (смесь высокомолекулярных олигопептидов, смесь олигопептидов со средней молекулярной массой, смесь коротких пептидов, смесь аминокислот и низкомолекулярных пептидов, а в отдельных случаях – смесь свободных аминокислот) [10].

Цель работы – изучение электрофоретической подвижности белковых фракций в составе ферментолитатов для анализа их компонентов и оценка пищевой и биологической ценности.

Объектами исследований служили ферментолитаты, полученные из вторичных продуктов разделки горбуши и толстолобика (рис. 4).

Электрофорез проводили в вертикальных стеклянных пластинах в 7,5%-ном полиакриламидном геле (ПААГ) при токе 50 мА/гель. С целью определения молекулярных масс белковых зон проводили электрофорез (ЭФ) по методу Лэммли в присутствии додецилсульфата натрия (SDS) с белковыми метчиками известной молекулярной массы [11].

В качестве белков-метчиков использовали: 1. Бычий сывороточный альбумин (БСА) с молекулярной массой 67000 Да; 2. Трипсин – молекулярная масса 24000 Да; 3. Лизоцим – молекулярная масса 14600 Да.

Подготовку образцов проводили следующим образом: 20 мг белкового препарата растворяли в 0,1 мл дистиллированной воды и доводили водой до конеч-

ного объема 10 мл, после растворения добавляли равный объем солюбилизирующего раствора, и образцы кипятили на водяной бане 3 минуты. В карман концентрирующего геля наносили по 25 мкл образца. Далее проводили ЭФ [4; 6].

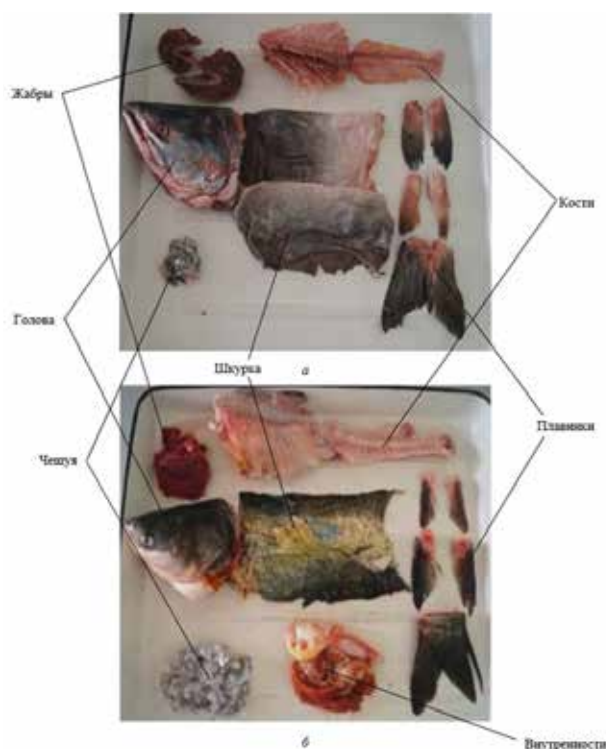


Рисунок 2. Вторичные продукты разделки рыб: а - горбуша; б - толстолобик

Figure 2. Secondary products of fish cutting: a - pink salmon; b - silver carp

Таблица 1. Молекулярные массы белков образцов ферментолитатов /

Table 1. Molecular masses of fermentolysates' proteins

Белковая зона	Rf, отн.ед.	Lg M _r	Молекулярная масса, Да	Но образца, наличие зоны
БСА	0.236	4.83	67000	
Трипсин	0.569	4.38	24000	
Лизоцим	0.888	4.16	14600	
№1	0.013		На старте	6,8
№2	0.028	4.95	89000	6,8
№3	0.097	4.88	76000	4,6,7
№4	0.111	4.87	74000	4,6,7
№5	0.139	4.82	66000	6
№6	0.167	4.81	64600	6
№7	0.208	4.79	61700	6
№8	0.236	4.76	57500	6
№9	0.333	4.68	47900	6
№10	0.465	4.56	36000	6
№11	0.507	4.52	33000	1,2,3,4,5,6
№12	0.542	4.42	26300	1,2,3,4,5,6
№13	0.604	4.37	23400	1,2,3,4,5,6
№14	0.625	4.34	21900	1,2,3,4,5,6
№15	0.653	4.31	20400	1,2,3,4,5,6
№16	0.792	4.21	16200	1,2
№17	0.806	4.18	15100	1,2,3
№18	0.854	4.16	14500	1,2,3
№19	0.875	4.13	13500	1,2,3
№20	0.889	4.11	13000	1,2,3

После проведения ЭФ ПААГ-гель вынимали из стеклянных пластин и помещали на 30 мин в окрашивающий раствор, содержащий 0,05% Кумасси R-250, 8% CH_3COOH , 15% $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Отмывку геля проводили горячей 10% уксусной кислотой в течение нескольких дней с периодической сменой кислоты [4; 9].

Полученные гели помещали в раствор спирт: глицерин (1:1, v/v) с двукратной сменой раствора, после чего высушивали на стеклянных пластинах в целлофане (Балаково), а затем сканировали с разрешением 300 dpi на сканере HP Scanjet 3770 в окне для прозрачных материалов [4; 9].

В ходе проведения эксперимента доказано, что все белковые зоны, проявившиеся в геле в ходе ЭФ, можно разделить на 3 зоны: верхняя, катодная, с Rf от 0,013 до 0,465 (наиболее «тяжелые» белки с молекулярной массой от 36000 до 90000 Да); средняя часть геля – с Rf от 0,507 до 0,653 (белки с м.м. от 20000 до 33000 Да); нижняя часть, анодная, с Rf от 0,792 до 0,889 (низкомолекулярные белки от 13000 до 16000 Да) (рис. 5, табл. 1).



Рисунок 3. Модифицированная технологическая схема производства ферментализатов из вторичных продуктов разделки рыб

Figure 3. A modified technological scheme of production of fermentaiton secondary products of cutting of fishes



Рисунок 4. Ферментализаты из вторичных продуктов разделки рыб:

- а - ферментализат из плавников горбуши;
- б - ферментализат из шкурки горбуши;
- в - ферментализат из чешуи горбуши;
- г - ферментализат из плавников толстолобика;
- д - ферментализат из шкурки толстолобика;
- е - ферментализат из чешуи толстолобика

Figure 4. Fermentopathy from secondary cuts of fish: a - fermentolysis of the fins of pink salmon; b - fermentolysis from the skin of the salmon; in - fermentolysis of scales pink; g - fermentolysis of the fins of carp; d - fermentolysis from the skin of a carp; e - fermentolysis from the scales of a carp

Образцы ферментализатов из плавников горбуши и толстолобика имеют абсолютно сходные белковые спектры с зонами, расположенными в средней и нижней частях полиакриламидного геля. Спектр ферментализата из чешуи горбуши сходен с таковым из плавников, за исключением того, что белковые зоны с Rf 0,653 (м.м. 20400 Да) присутствуют в образцах 3 и 4 в минорных количествах. Образец ферментализата из чешуи толстолобика отличается наличием ярко выраженных зон с Rf 0,097 и 0,111 (м.м. 76000 и 74000 Да, соответственно), отсутствующих у первых трех образцов, но присутствующих у образца № 6 (ферментализат из шкурки толстолобика).

Наибольшим количеством белковых зон обладает образец № 6 – ферментализат из шкурки толстолобика. Хотя деление полос недостаточно четкое, тем не менее, в геле визуализируются 15 белковых зон в катодной и средней частях геля, однако в анодной части геля, как и у образца из шкурки горбуши, полос нет.

Таким образом, наибольшими белковыми спектрами обладают ферментализаты из плавников, чешуи и шкурки рыб, причем, наиболее выраженные зоны отмечаются для горбуши. Белковые зоны для образцов № 1-6 представлены в основном низкомолекулярными легкоусвояемыми белками с м.м. от 13 до 33 кДа.

Понятие биологической ценности характеризует качество белкового компонента продукта, обусловленное степенью сбалансированности состава аминокислот белка.

Аминокислотный скор (С), коэффициент утилитарности (U), коэффициент сопоставимой избыточ-

ности (σ), коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС) и биологическая ценность ферментолитов (БЦ) позволяют оценить сбалансированность аминокислот в них, так как усвоение белка организмом определяется по минимальному из их скоров (по академику Н.Н. Липатову (мл.) с помощью пакета ПО MS Excel) (табл. 2) [1].

Оценка соотношения аминокислот, по сравнению с эталоном ФАО, показывает, что в организме человека аминокислоты ферментолитов способны утилизироваться на 68-80% ($U = 0,68$ и $0,80$) (табл. 2). Показатель сопоставимой избыточности σ_e , характеризующий суммарную массу не утилизируемых аминокислот в таком количестве, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию в 100 г белка-эталона, составляет 8,66-16,12%.

Коэффициент различия аминокислотного сора, указывающего на избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические цели, для ферментолитов из шкурки составляет – 11,20-11,71%, для ферментолитов из чешуи – 11,69-13,03%, а для ферментолитов из плавников – 23,09-27,24%. Биологическая ценность ферментолитов из шкурки составляет – 88,29-88,80%, ферментолитов из чешуи – 86,97-88,31%, а ферментолитов из плавников – 72,76-76,91%. Следовательно, лучше всего по составу аминокислот сбалансированы ферментолиты из шкурки и чешуи. Причем ферментолиты из вторичных продуктов разделки горбуши имеют большую биологическую ценность по отношению к такому из толстолобика.

Знание аминокислотного состава и аналитический расчет показателей биологической ценности позволяют иметь представление лишь о потенциальной ценности белкового компонента, так как организм человека использует не все, что поступает в него с пищей, а только то, что после переваривания в пищеварительном тракте всасывается через стенки кишечника и попадает в кровь.

Одним из важных показателей качества пищевого продукта является степень расщепления его компонентов, в частности белков, пищеварительными ферментами. Оценку степени атакуемости белков, полученных ферментолитов системой пепсин-трипсин проводили *in vitro* (метод Покровского-Ертанова).

Показатели перевариваемости системой пищеварительных ферментов «пепсин-трипсин» (*in vitro*) позволяют оценить скорость ферментативного гидролиза опытных образцов. С ходом времени прослеживается накопление продуктов перевариваемости, причем для ферментолитов из плавников горбуши и толстолобика отмечается более высокая перевариваемость на стадии внесения трипсина.

В то же время видно, что ферментолиты из чешуи и шкурки горбуши и толстолобика также обладает высокой перевариваемостью. Экспериментальные данные свидетельствуют о высокой доступности и степени деструкции белков ферментами желудочно-кишечного тракта человека, что составляет для ферментолитов из шкурки – 92,39-94,22%, для ферментолитов из чешуи – 93,44-95,69%, а для ферментолитов из плавников – 96,61-96,87%. (табл. 3).

В заключение отметим, что ферментолиты из плавников, чешуи и шкурки рыб возможно реко-

мендовать при разработке специальной системы питания в качестве легкоусвояемых компонентов рецептур высокобелковых продуктов и напитков для лиц, занимающихся физической культурой и спортом, так как спортивные нагрузки сопровождаются большим расходом энергии, гипоксией, значительным нервнo-психологическим напряжением, что обуславливает повышенную потребность организма в энергии и отдельных пищевых веществах. И хотя в настоящее время пищевые продукты и напитки, предназначенные для спортсменов разных специализаций, широко представлены на российском рынке, к сожалению, в основном они импортного производства; доля отечественных специализированных пищевых продуктов и напитков относительно невелика. Следовательно, предлагаемый подход использования рыбных

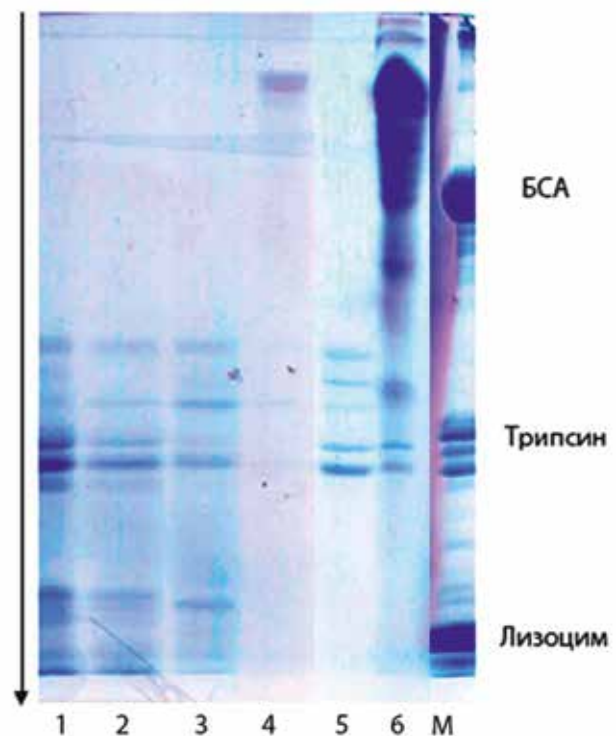


Рисунок 5. Белковый спектр ферментолитов:

1 - ферментолит из плавников горбуши;
2 - ферментолит из плавников толстолобика; 3 - ферментолит из чешуи горбуши; 4 - ферментолит из чешуи толстолобика; 5 - ферментолит из шкурки горбуши; 6 - ферментолит из шкурки толстолобика; М - белковые метчики: БСА - бычий сывороточный альбумин. Стрелкой показано направление тока.

Figure 5. Protein spectrum of fermentaiton:

1 - fermentolysis of the fins of pink salmon; 2 - fermentolysis of the fins of carp; 3 - fermentolysis of scales of pink salmon; 4 - fermentolysis from the scales of a carp; 5 - fermentolysis from the skin of the salmon; 6 - fermentolysis from the skin of a carp; M - protein taps: BSA - bovine serum albumin. The arrow shows the direction of the current.

Таблица 2. Биологическая ценность белков ферментоллизатов /
Table 2. Biological value of fermentolysates' proteins

Наименование показателя	Ферментоллизат из плавников		Ферментоллизат из чешуи		Ферментоллизат из шкурки	
	Горбуша	Толстолобик	Горбуша	Толстолобик	Горбуша	Толстолобик
Скор _{min} , %	58,80	53,73	44,20	38,97	36,27	43,60
КРАС, %	23,09	27,24	11,69	13,03	11,20	11,71
БЦ, %	76,91	72,76	88,31	86,97	88,80	88,29
U, ед	0,74	0,68	0,80	0,76	0,77	0,80
σ _c , %	12,44	16,12	8,66	10,76	10,24	8,66

Таблица 3. Расчет перевариваемости ферментоллизатов / **Table 3.** Digestibility of fermentolysates' proteins

Наименование продукта	Перевариваемость, мг тирозина/дм ³			Массовая доля тирозина в белке ферментоллизата, мг тирозина/г белка	Перевариваемость суммарная, % к тирозину
	пепсином	трипсином	суммарная		
Ферментоллизат из плавников горбуши	14,38	18,99	33,37	34,45	96,87
Ферментоллизат из плавников толстолобика	18,91	24,17	43,08	44,59	96,61
Ферментоллизат из чешуи горбуши	12,01	13,73	25,74	26,90	95,69
Ферментоллизат из чешуи толстолобика	4,97	5,86	10,83	11,59	93,44
Ферментоллизат из шкурки горбуши	3,23	3,94	7,17	7,61	94,22
Ферментоллизат из шкурки толстолобика	5,54	5,87	11,41	12,35	92,39

ферментоллизатов создает перспективу развития индустрии производства российских продуктов гарантированного качества для достижения высоких результатов в профессиональном и любительском спорте.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Дворянинова О.П. Биотехнологический потенциал вторичных продуктов разделки рыб как основа импортозамещения / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, Д.А. Сьянов, А.З. Черкесов // Известия Международной академии аграрного образования, 2015. № 23. С. 148-152.

1. Dvoryaninova O.P. Biotekhnologicheskij potencial vtorichnyh produktov razdelki ryb kak osnova importozameshcheniya / O.P. Dvoryaninova, A.V. Sokolov, D.A. S'yanov, A.Z. Cherkesov // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya, 2015. № 23. Pp. 148-152.

2. Дворянинова О.П. Перспективы использования продуктов глубокой разделки прудовых рыб в технологии кормопроизводства / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, М.В. Спиридонова // Евразийский союз ученых, 2015. №8-2 (17). С. 76-79.

2. Dvoryaninova O.P. Perspektivy ispol'zovaniya produktov glubokoj razdelki prudovyh ryb v tekhnologii kormoproizvodstva / O.P. Dvoryaninova, A.V. Sokolov, M.V. Spiridonova // Evrazijskij sojuz uchenykh, 2015. №8-2 (17). Pp. 76-79.

3. Дворянинова О.П. Перспективы развития отечественного рыбохозяйственного комплекса в обеспечении продовольственной безопасности страны // Материалы Межд. науч.-технич. конф. «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». Воронеж, 2014. С. 175-179.

3. Dvoryaninova O.P. Perspektivy razvitiya otechestvennogo rybohozyajstvennogo kompleksa v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti strany // Materialy Mezhd. nauch.-tekhnich. konf. «Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie». Voronezh, 2014. Pp. 175-179.

4. Соколов А.В. Получение и свойства сухих пищевых гидролизатов из вторичных продуктов разделки рыб // В книге: Материалы LVII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2018 год в 3 частях. Воронеж, 2019. С. 52-54.

4. Sokolov A.V. Poluchenie i svoystva suhih pishchevyh gidrolizatov iz vtorichnyh produktov razdelki ryb // V knige: Materialy LVII otchetnoj

nauchnoj konferencii преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2018 год в 3 частях. Воронеж, 2019. Pp. 52-54.

5. Слущкая Т.Н. Максимова С.Н., Суворцева Е.В. Теоретические основы и научные проблемы современных биотехнологий обработки водных биологических ресурсов, Владивосток, 2017. 31 с.

5. Sluckaya T.N. Maksimova S.N., Surovceva E.V. Teoreticheskie osnovy i nauchnye problemy sovremennyh biotekhnologij obrabotki vodnyh biologicheskikh resursov, Vladivostok, 2017. 31 p.

6. Дворянинова О.П. Исследование форм связи влаги в спецсмесях для рыбных кормов методом неизотермического анализа / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, А.В. Журавлев // Рыбное хозяйство, 2019. №1. С. 99-101.

6. Dvoryaninova O.P. Issledovanie form svyazi vlagi v spetsmesyakh dlya rybnnyh kormov metodom neizotermicheskogo analiza / O.P. Dvoryaninova, A.V. Sokolov, A.V. Zhuravlev // Rybnoe hozyajstvo, 2019. №1. Pp. 99-101.

7. Дворянинова О.П. Аквакультурные биоресурсы: научные основы и инновационные решения // Воронеж: ВГУИТ, 2012. 420 с.

7. Dvoryaninova O.P. Akvakulturnye bioresursy: nauchnye osnovy i innovacionnye resheniya // Voronezh: VGUIT, 2012. 420 p.

8. Рыбоводство. Основы вылова, разведения и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, О.А. Василенко и др. // С.-Петербург. - Изд-во Гиорд, 2009. 427 с.

8. Rybovodstvo. Osnovy vylova, razvedeniya i pererabotki ryb v iskusstvennykh vodoemah / L.V. Antipova, O.P. Dvoryaninova, O.A. Vasilenko i dr. // S.-Peterburg. - Izd-vo Giord, 2009. 427 p.

9. Боева Н.П. Научное обоснование технологических параметров процесса ферментации отходов рыбоперерабатывающих предприятий / Н.П. Боева, М.М. Дяченко, А.Г. Артемова // Труды ВНИРО, 2016. Том 163. С. 137-148.

9. Boeva N.P. Nauchnoe obosnovanie tekhnologicheskikh parametrov processa fermentacii othodov rybopererabatyvayushchih predpriyatij / N.P. Boeva, M.M. Dyachenko, A.G. Artemova // Trudy VNIRO, 2016. Vol. 163. Pp. 137-148.

10. Пономарев С.В. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях / С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева // Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. - 188 с.

10. Ponomarev S.V. Tekhnologicheskie osnovy razvedeniya i kormleniya lososovyh ryb v industrial'nykh usloviyakh / S.V. Ponomarev, E.N. Ponomareva // Astrahan': Izd-vo AGTU, 2003. - 188 p.

11. Laemmli U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T 4 // Nature. 1970. V. 227. P. 680-685.

11. Laemmli U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T 4 // Nature. 1970. V. 227. P. 680-685.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО



Требования к оформлению статей:

1. Статья объемом до 12 страниц 12 кеглем через полтора интервала
 2. Реферат (не более 1/3 страницы): с указанием названия статьи, ученой степени, научного звания и места работы авторов на русском и (если возможно) английском языках.
 3. Ключевые слова на русском и английском языках.
 4. Сведения об авторах.
 5. Наличие пристатейных библиографических списков у всех статей в едином формате, установленном системой Российского индекса научного цитирования (ГОСТ 7.05-2008).
 6. Обязательно фото по теме (пейзажи, корабли, море или производственные процессы, рыбы, моллюски, млекопитающие, если речь идет об определенном промысле, научном исследовании или производственном процессе), так как журнал иллюстрированный.
7. Фото и рисунки к тексту должны быть представлены отдельными файлами. В формате WORD рисунки приниматься не будут. Их минимальный размер по ширине для размещения в одну колонку должен составлять 1200 пикселей, а для размещения в 2 колонки - 2600 пикселей.
 8. Графики и диаграммы принимаются в исходниках тех программ, где они были изначально сделаны.

Требования к медиаматериалам:

- Платформа: IBM PC.
- Цветовая модель: CMYK.
- Формат фото: TIFF, JPG (разрешение – 300 dpi).

Текст в формате Microsoft Word направлять по электронному адресу: svetlana-filippova@yandex.ru

ОСЕТРОВЫЕ

Плодотворное долгосрочное сотрудничество с самого начала

ПОЛНЫЙ РЯД КОРМОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИКРЫ И ТОВАРНОЙ РЫБЫ



Компания БиоМар предлагает полный ряд кормов для всех этапов выращивания осетровых рыб, от личинок и до маточного стада:

- Полный ряд стартовых кормов - Ларвива для личинок и ИНИЦИО Плюс для мальков.
- Продукционные корма ЭФИКО Сигма 840 и ЭФИКО Сигма 841 для начальных этапов производства икры, адаптированные к жизненному циклу осетровых
- Финишный корм ЭФИКО Сигма 844, изготовленный из высококачественных компонентов и обеспечивающий раннее получение высококачественной икры
- Экономически эффективный продукционный корм ЭФИКО Сигма 811, специально разработанный для товарных осетровых хозяйств
- Специальный корм ЭФИКО Плюс 805, обогащенный нуклеотидами, маннанолигосахаридами, бета-глюканами и антиоксидантами, и предназначенный для преодоления стрессовых и неблагоприятных периодов в жизни рыбы

