

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕНОГРАФИИ



IX научно-практическая конференция молодых ученых  
с международным участием

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

---

11-12 ноября 2021 года

г. Москва

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт

рыбного хозяйства и океанографии»

(ФГБНУ «ВНИРО»)

IX Научно-практическая конференция молодых учёных

с международным участием,

посвященная 140-летию ВНИРО

**СОВРЕМЕННЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

11-12 ноября 2021 года, г. Москва

Москва

ФГБНУ «ВНИРО», 2021

Рецензенты:

*Орлов А.М.*, д.б.н., главный научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», зав. лабораторией ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН»

*Микодина Е.В.*, д.б.н., начальник отдела «Аспирантура и докторантура» ФГБНУ «ВНИРО»

*Симдянов Т.Г.*, к.б.н., доцент кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

**С56**            **Современные** проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы IX Научно-практической конференции молодых учёных с международным участием, посвященной 140-летию ВНИРО / Под ред. И.И. Гордеева, К.К. Киввы, О.В. Воробьевой, Л.О. Архипова, Е. . Лаврухиной – М.: Изд-во ВНИРО, 2021. – 211 с.

Логотип конференции – Мария Норкина. Оформление обложки – И.И. Гордеев.



Уважаемые участники IX научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса», посвященной 140-летию ВНИРО!

Вы, молодое поколение, - продолжатели лучших отечественных научных практик, авторы сегодняшних и будущих открытий. В ваших силах внести значимый вклад в новые достижения рыбохозяйственной отрасли России и престиж нашей страны, богатой не только природными ресурсами, но и имеющей большой научный потенциал.

Конференция молодых учёных - прекрасная возможность для обсуждения важных вопросов различных направлений отраслевой науки, как теоретического, так и прикладного характера, обмена мнениями молодых исследователей, работающих в области изучения и рационального использования биологических ресурсов Мирового океана.

Уверен, что встреча даст нужный импульс развитию рыбохозяйственной науки, аккумулирует научную мысль на поиск решения актуальных проблем рыбной отрасли!

Желаю участникам конференции плодотворной работы, творческой результативной дискуссии, приобретения партнерских и дружеских контактов.

Руководитель Федерального агентства по рыболовству,  
кандидат экономических наук

**Илья Васильевич Шестаков**



Уважаемые коллеги и друзья!

Приветствую Вас на IX научно-практической конференции молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса», посвященной 140-летию ВНИРО.

Привлечение молодежи в науку и инновационную деятельность – важнейшее условие нашей конкурентоспособности не только на национальном, но и глобальном уровнях. Каждый из Вас уже сегодня делает вклад в инновационное развитие рыбохозяйственного комплекса России.

Научные конференции – это замечательный праздник науки, на котором молодые учёные и специалисты получают возможность представить научному сообществу результаты своих исследований и получить немаловажный опыт публичных выступлений.

Уверен, что эта, уже восьмая по счету конференция молодых ученых во ВНИРО, будет содействовать укреплению научного сотрудничества, а ее результаты найдут воплощение на практике.

Искренне желаю всем участникам Конференции успехов, новых впечатлений и деловых контактов, уверенности в своих силах и удачи во всех начинаниях!

Директор ФГБНУ «ВНИРО»  
кандидат экономических наук, доцент

Кирилл Викторович Колончин



## Оглавление

Половое созревание сома европейского <i>Silurus glanis</i> в зависимости от условий местообитания.....	11
Я.В. Александров, В.В. Кияшко, В.П. Масликов	
Изучение наследования хозяйственно-полезного признака малочешуйчатости у создаваемой породы белорусского зеркального карпа с использованием метода тестирования мутаций гена рецептора фактора роста фибробластов (FGFR1) .....	14
Н.А. Балашенко, А.М. Слуквин, Т.А. Шпиганович, Т.А. Сергеева, М.В. Книга, И.А. Орлов, Е.А. Савичева, А.Ю. Крук	
Анализ основных затрат при организации местного морского рыбного промысла на примере Ненецкого автономного округа .....	17
А.С. Безбородов	
Изменения размерного состава <i>Chlamys albida</i> в традиционном районе промысла Д.А. Ботнев.....	20
Определение криоскопических температур пищевой рыбной продукции для обоснования температурных режимов холодильного хранения.....	22
Е.Д. Бровко, Л.О. Архипов	
Ретроспективный анализ водности половодий Волго-Ахтубинской поймы по данным ДЗЗ Брызгалина Е.С., Филиппов О.В., Кочеткова А.И., Баранова М.С., Фотина О.С. ....	26
Методические особенности изучения влияния форелевого хозяйства на экосистему высокопроточного озера Забельское (Псковская область) .....	28
О.В. Бунеева, Д.Н. Судницына, Е.А. Афанасьев	
Основные биологические и промысловые показатели преднерестовой сельди при траловом промысле в апреле 2020-2021 гг. в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря .....	31
Ф.А. Бурлак, О.В. Прикоки, А.А.Смирнов	
Исследование информативности STR-маркеров при создании тест-системы для рутинного тестирования стерляди .....	34
Волкова В.В., Харзинова В.Р., Шишанов Г.А., Шишанова Е.И., Зиновьева Н.А.	
Особенности пространственного распределения хлорофилла «а» по данным трансарктической экспедиции НИС «Профессор Леванидов» 2019 года.....	40
Воробьева О.В., Кивва К.К., Орлова С.Ю., Педченко А.П.	
Показатели крови годовиков и двухгодовиков судака <i>Sander lucioperca</i> , выращиваемого в прудах и садках .....	44
М.М. Вылка	
Современное распределение инвазионных видов зоопланктона и зообентоса в Куйбышевском водохранилище .....	47
М.А. Гвоздарева, А.В. Мельникова	
Сезонная изменчивость относительного содержания кислорода в прибрежной зоне Кольского п-ова.....	50
М.А. Губанищев, О.Р. Узбекова, В.А. Ившин	
Биологические показатели корюшки ( <i>Osmerus eperlanus</i> (L.)) Петрозаводской губы Онежского озера в современных условиях .....	53
А.В. Гужиева, Л.А. Беличева, А.В. Картанович	
Промысловые запасы и особенности биологии массовых рыб в Чукотском море (в пределах российских вод).....	57
С.А. Датская, А.В. Датский	

Оценка динамики и ориентиров управления запасами Калуги <i>Acipenser dauricus</i> .....	61
Д.С. Диденко, В.Н. Кошелев	
Состав и динамика количественных показателей зоопланктона Шульбинского водохранилища в 2003-2019 годы .....	65
А.А. Евсева	
К вопросу о пересчете среднегодовых норм гидрометеорологических характеристик в эпоху глобальных климатических изменений XXI века .....	69
А.А. Канищев	
К вопросу инвазии гигантской устрицы <i>Crassostrea gigas Thunberg</i> в прибрежные воды Черного моря Абхазии.....	72
М.Р. Каталандзе, М.Л. Гогуа, Н.Н. Небесихина	
О некоторых препаратах для лечения цестодозов объектов аквакультуры.....	76
А.А. Керимова, В.Н. Хорошельцева	
Технологические особенности выращивания товарной рыбы в рекультивированных карьерах .....	78
Е.Д. Киселёв, М.Б. Муретов, С.А. Юрченко, С.Б. Купинский	
Опыт выращивания молоди стерляди с использованием грунтовых вод из скважины в условиях Саратовской области.....	81
А.В. Конькова, И.А. Богатов	
Морфометрические, физиологические и паразитологические показатели серебряного карася ( <i>Carassius auratus gibelio</i> Bloch, 1782) Нижней Волги в нагульный период .....	84
А.В. Конькова, Д.Р. Файзулина, Ю.М. Ширина, С.С. Астафьева	
Численность и видовой состав эктопаразитов леща в водохранилищах Волги .....	88
С.В. Кузьмичева	
Современное состояние запасов гаммарид в озерах Тюменской области .....	91
К.В. Куцанов, А.Г. Герасимов, Е.В. Бражников, А.Ш. Гадиадуллина, О.А. Мазникова	
Многолетняя динамика гидрологического режима Цимлянского водохранилища и рекомендации по его оптимальному формированию для водных биоресурсов.....	94
Н.В. Куценко, В.А. Чухнин, А.Н. Науменко	
Ретроспективный анализ качества водных биоресурсов Каспийского моря по паразитологическим показателям в 2016–2020 гг. ....	98
А.Э. Лахтина, В.В. Проскурина, Е.А. Воронина, Н.Ю. Терпугова	
Особенности содержания пинагора ( <i>Cyclopterus lumpus</i> ) в условиях морского аквариума...	101
В.А. Леднева, М.А. Скугарев, И.В. Мейнцер	
Паразиты рыб Белого и Баренцева морей: особенности фауны и ретроспективный анализ изученности .....	104
А.Д. Логвиненко, И.И. Гордеев	
Сезонная и межгодовая изменчивость поля солнечной радиации с учетом облачности над Охотским морем и прилегающими акваториями .....	108
Д.М. Ложкин, Г.В. Шевченко	
Использование биомассы донных цист артемии ( <i>Artemia</i> ) Leach, 1819 для оценки запасов артемии (на стадии цист) в гипергалинных озерах Алтайского края.....	111
Г.В. Лукерина, Д.А. Сурков, Я.С. Пяткова, Г.Д. Толкушкина, О.А. Мазникова	
Паразитологическое исследование некоторых видов рыб бассейна Москвы-реки .....	115
А.В. Миронов, В.Д. Волосовец, Д.О. Жулидов, Е.А. Ткаченко, И.И. Гордеев	
Характеристика показателей роста леща <i>Abramis brama</i> центральной части Куйбышевского водохранилища.....	118



К.В. Майданов, Ю.А. Северов, Р.Р. Сайфуллин	
Летний фитопланктон реки Северная Двина .....	122
Е.В. Медведева, И.Ю. Македонская	
О генетической дифференциации сига <i>Coregonus lavaretus</i> (Linnaeus, 1758) в природных популяциях Северо-Запада европейской части России .....	126
Д.К. Митрюшкина, М.Н. Киселева, Т.А. Филатова	
Первые опыты акклиматизации и переселения рыб в Псковской губернии .....	130
С.Г. Михалап, В.Б. Антипова	
Зараженность хамсы <i>Engraulis encrasicolus</i> личинками нематоды <i>Hysterothylacium aduncum</i> в Азовском море в 2020 г. ....	133
Г.В. Мосесян	
К вопросу о морфо-биологических характеристиках корфо-карагинской сельди на нерестилище в заливе Анапка (Карагинский р-н, Камчатский край) .....	137
А.И. Никитенко, А.А. Смирнов, Е.В. Пономарева, А.Н. Строганов	
Приемы гонадэктомии самцов клариевого сома для искусственного воспроизводства .....	140
А.А. Пантелеев, В.В. Дернаков, Е.Е. Сусова	
К вопросу об установлении единых переводных коэффициентов на некоторые виды продукции из окуня-клевача .....	142
Д.И. Пискунович	
Гепатосоматический индекс морского ерша <i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 четырех акваторий Кавказского шельфа Черного моря .....	145
А.А. Полин	
Сравнительная оценка протеолитической активности ферментных препаратов организмов различных филогенетических групп .....	149
К.С. Рысакова, В.А. Мухин, В.Ю. Новиков, А.В. Барышников	
Влияние пробиотика «Субтилис-С» на зоотехнические и гематологические показатели Нильской тилляпии в аквакультуре .....	152
О.В. Саная, В.В. Дернаков, А.И. Черкалин, Е.Ю. Уварова, В.М. Хрупкин	
К биологической характеристике берша <i>Sander volgensis</i> (Gmelin, 1788) Волжского плеса Куйбышевского водохранилища .....	155
С.Ф. Сафина, И.Ф. Галанин, А.П. Галанина, А.А. Смирнов	
Корреляционный анализ экстерьерных показателей у производителей карпа, выращиваемых в прудах УОХ КГТУ .....	158
Е.Ю. Семко, Т.М. Курапова	
Влияние атлантических вод на очищение Баренцева моря ото льда .....	161
А.А. Сумкина, К.К. Кивва, В.В. Иванов, А.В. Смирнов	
Сравнительный анализ ифа и "золотого стандарта" при идентификации вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани у половозрелой нерки .....	163
В.Е. Тарасов, С.Л. Рудакова, Е.В. Бочкова, А.О. Шепеляковская	
Особенности питания речного окуня ( <i>Perca fluviatilis</i> L.) в Куйбышевском водохранилище .....	167
Т.А. Тележникова, Ю.А. Северов, Р.Р. Нуретдинов	
Гельминты молоди воблы <i>Rutilus rutilus caspicus</i> в северной части Каспийского моря .....	171
Н.Ю. Терпугова, А.В. Конькова, А.Э. Лахтина	
Кумжа ( <i>Salmo trutta</i> L.) р. Поной Мурманской области .....	175
А.В. Ткаченко	

Эвтрофирование вод прибрежной акватории Балтийского моря в летний период 2014-2019 гг. .....	178
Трофимова В.В., Артамонова К.В.	
Размерно-массовые показатели грациозного краба декоратора <i>Oregonia gracilis</i> о. Парамушир в летний период 2021 г. ....	180
Т.Ю. Углова, А.В. Соколов	
Сравнительная оценка роли и влияния любительского рыболовства на состояние запасов водных биоресурсов реки Волга в границах Волгоградской области в 2020 г. ....	182
А.А. Филипенко, Н.В. Куценко, А.Н. Науменко	
О возможности изготовления консервов «Шпроты в масле» из каспийских килек .....	186
Н.Н. Харченко, М.Л. Винокур, И.В. Токмакова, А.В. Андрюхин	
Усовершенствование технологии механической фильтрации в УЗВ.....	190
Г.Р. Холод	
Ихтиопатологические исследования производителей судака <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) в период нерестовой кампании в прудовом хозяйстве .....	194
В.Н. Хорошельцева, Т.В. Стрижакова, А.Я. Полуян, А.А. Керимова, Т.В. Денисова	
Биологические особенности нильской тилляпии и ее разведение в аквакультуре .....	197
А.И. Черкалин	
Опыт лечения и профилактики псевдомоноза (плавниковой гнили) у молоди радужной форели ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) на рыбопроизводной ферме.....	200
Т.С. Шульга	
Использование ферментативных гидролизатов коллагена в качестве потенциальных белковых основ микробиологических сред.....	203
Н.В. Шумская, В.Ю. Новиков	
Зоопланктон р. Волга в пределах Волгоградской области (по материалам 2020 года.).....	206
А.М. Щукина	
Анализ метаболитного состава рдеста пронзеннолистного ( <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.) Щучьего залива Ладожского озера .....	208
Е.Я. Явид, В.В. Ходонович, А.В. Брянцев	

## Половое созревание сома европейского *Silurus glanis* в зависимости от условий местообитания

Я.В. Александров, В.В. Кияшко, В.П. Масликов

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»), г. Саратов, Россия

E-mail: [РАPI-0214@yandex.ru](mailto:РАPI-0214@yandex.ru)

**Аннотация:** в статье приводятся материалы по биологии сома европейского (*Silurus glanis* L.). Рассматриваются данные по половому созреванию сома европейского при различных условиях обитания. Приводится сравнительный анализ динамики полового созревания сома в естественных и искусственных условиях.

**Ключевые слова:** динамика полового созревания, плодовитость.

Цель данной работы - обобщение материалов по биологии (плодовитость, отношение веса гонад к весу рыбы и т.д.) сома европейского (*Silurus glanis* L.) в речных системах, водохранилищах и прудовых условиях.

В последние годы отмечается снижение численности популяции и объемов вылова сома в нижних водохранилищах волжского каскада. Так, в Волгоградском водохранилище средний вылов сома обыкновенного в 2013-2018 гг. снизился по сравнению со средними показателями 1972-1976 гг. более чем в 10 раз и составляет 24 т вместо 300 т. Главной причиной этому послужило ухудшение условий нереста преимущественно из-за нестабильного уровня режима.

Дело в том, что в условиях не зарегулированного стока речных систем нерест сома происходит на полях и разливах с глубиной 0,8-1,5 м. Сом является фитофилом и откладывает икру на блюдцеобразные гнезда, устроенные на прошлогодней и свежей растительности. Кладки икры его можно встретить и на более глубоководных участках (2,0-2,5 м) в протоках и ериках на субстрате водной растительности и корнях затопленных ив (Никольский, 1954; Казанчеев, 1981).

Однако, в современных условиях нестабильного уровня режима эффективность нереста на пойменных участках с небольшими глубинами часто становится уязвимой из-за осушения икры при резком сбросе воды через плотину гидросооружений.

Изучение динамики полового созревания в естественных и искусственных условиях позволит расширить имеющиеся материалы по биологии *Silurus glanis*, наметить пути восстановления естественных популяций за счет выпуска молоди, выращенных в прудовых условиях.

Возраст наступления половой зрелости в Саратовском, Волгоградском и Цимлянском водохранилищах у отдельных особей отмечается в 4 года. Однако в дельте Волги возраст наступления половой зрелости сома европейского отмечается значительно раньше, причем в разных биотопах – восточной и западной части дельты, при разных условиях нагула, эти данные отличаются.

В восточной части доля половозрелых самок III-IV стадий развития икры в октябре в возрасте 2 лет при средней массе 530-550 г составляла 36,4-17,6%, у трехлеток массой 940-860 г – 60,9-47,3%. В западной части доля половозрелых особей среди этих возрастных групп составляла у двухлеток – 8,2%, трехлеток – 34,5% при средней массе тела 1160 и 1090 г соответственно (Орлова, 1987).

В Цимлянском водохранилище половое созревание сома отмечается с 4-х годовалого возраста, при этом у 100 % самцов завершается в 5-годовалом возрасте, а у самок – в 7-годовалом возрасте (Дронов, 1974).

Волго-Ахтубинской системе по данным уловов из русловых участков р. Волга, возраст наступления половой зрелости у единичных самцов наступает в 4 года, у самок в 5

лет, массовое созревание происходит в 6-7 лет, а с 8-летнего возраста все особи сома половозрелы (Кузищин, 2018).

Экспериментальные работы по получению потомства в заводских условиях, начаты в 1994-1995 гг. с производителями, выловленными из Волгоградского водохранилища. Рабочая плодовитость 5-летних впервые созревающих самок составляла 5-10 тыс. шт. икринок, у повторно созревающих 7-летних самок – от 41-52 тыс. шт. икринок. Подробная характеристика производителей представлена в таблице (Легкодимова, 2003).

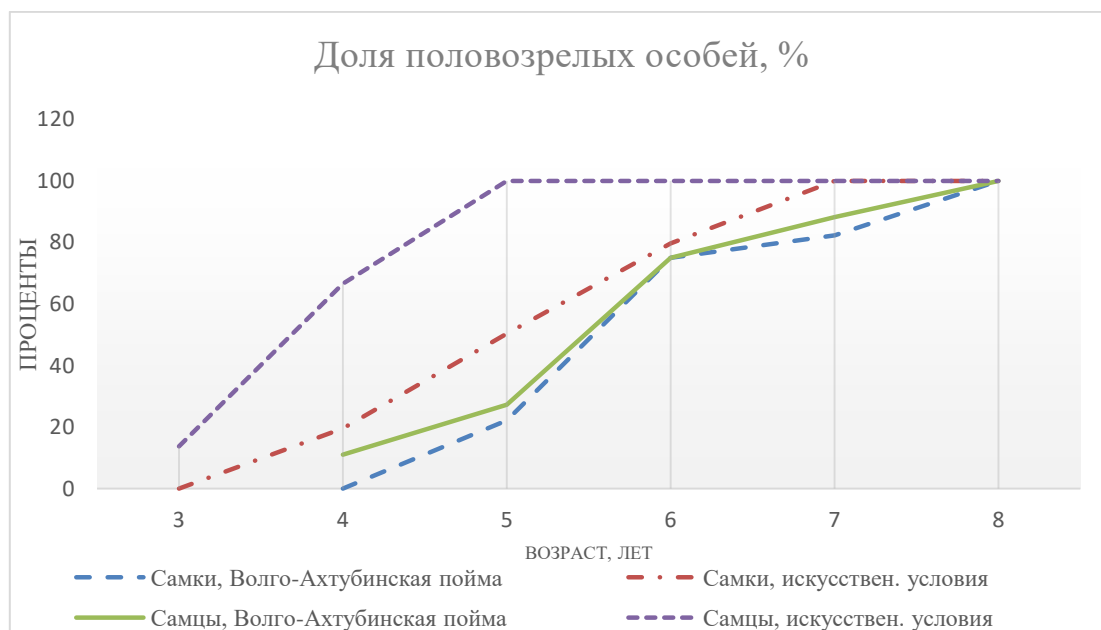
**Таблица.** Показатели производителей *Silurus glanis*

Показатели	Минимум	Максимум	Средняя
Длина тела, см	55	132	99
Вес, г	1400	22000	9147
Вес икры, г	55	2210	895
Число икринок в 1 г	135	499	226
Абсолютная плодовитость, число икринок	27445	384541	139974
Относительная плодовитость, тыс. шт/кг массы тела	10	22	17
Диаметр икринок, мм	2,11	2,15	2,13
Вес икринки, мг	6,00	6,82	6,44

В полученных нами современных материалах возраст наступления половой зрелости у единичных самцов, выращенных в искусственных условиях составляет 3 года, у самок в 4 года, массовое созревание происходит в 5-6 лет, а с 7-летнего возраста все особи сома половозрелы.

Минимальные размеры тела у впервые созревших самцов составили 60 см, а масса около 1,9 кг, у самок 70 см и 3,8 кг, соответственно. Вес порций икры составил в среднем от 10 до 15 % массы тела самок.

Сравнение динамики полового созревания сома европейского в Волго-Ахтубинской пойме и в прудовых условиях представлена на рисунке.



**Рисунок.** Динамика полового созревания сома европейского в различных условиях

Полученные данные наглядно демонстрируют более стремительное созревание производителей *S. glanis* в прудовых условиях по сравнению с «дикими» особями. Отмечено

приближение динамики полового созревания производителей к условиям более теплой пятой зоны рыбоводства. В дальнейшем эти результаты позволят разработать эффективную стратегию по восстановлению естественных популяций, особями, выращенными в прудовых условиях.

#### Список литературы

Дронов В.Г. 1974. Распределение и численность молоди рыб в зоне действия насосной станции Генераловской оросительной системы. Тр. Волгоградского отд-ния ГосНИОРХ 8: 275-286 с.

Казанчеев Е.Н. 1981. Рыбы Каспийского моря. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 168 с.

Кузищин К.В. 2018. Особенности биологии Европейского сома *Silurus glanis* из Волго-Ахтубинской системы, Нижняя Волга. Вопросы ихтиологии 58 (6): 684-695.

Легкодимова З.И., Сильникова Г.В., Хандожко Г.А., Масликов В.П., Макаров С.Н. 2003. Основы заводского воспроизводства сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.). Международная научно-практическая конференция: «Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития» (к 30-летию создания Пермского отделения ГосНИОРХ и 10-летию фирмы «Гидробиология»). Екатеринбург: 35-38 с.

Никольский Г.В. 1954. Частная ихтиология - издание второе, исправленное и дополненное. М.: Советская наука. 458 с.

Орлова Э.Л. 1987. Особенности роста и созревания сома *Silurus glanis* L. в дельте Волги при зарегулированном стоке. Вопросы ихтиологии 27 (6): 945-955.

## **Изучение наследования хозяйственно-полезного признака малочешуйчатости у создаваемой породы белорусского зеркального карпа с использованием метода тестирования мутаций гена рецептора фактора роста фибробластов (FGFR1)**

*Н.А. Балашенко<sup>1</sup>, А.М. Слуквин<sup>1</sup>, Т.А. Штиганович<sup>1</sup>, Т.А. Сергеева<sup>2</sup>, М.В. Книга<sup>2</sup>, И.А. Орлов<sup>2</sup>,  
Е.А. Савичева<sup>2</sup>, А.Ю. Крук<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск

<sup>2</sup>Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Республика Беларусь, г. Минск

E-mail: [ninabalashenko@gmail.com](mailto:ninabalashenko@gmail.com)

**Аннотация.** Селекционно-племенная работа с породными линиями белорусского зеркального карпа проводится в Республике Беларусь с 1992 года (Чутаева, 1998). Впервые были проведены работы по ревизии производителей белорусского зеркального карпа с использованием современных молекулярно-генетических методов изучения двух мутаций, ассоциированных с признаком малочешуйчатости у карпа (делеция и нуклеотидная замена E664K в последовательности гена FGFR1). На основе полученных данных молекулярно-генетического тестирования производителей зеркального карпа по мутациям гена FGFR1 были разработаны схемы скрещиваний самцов и самок. При скрещивании использовали самцов зеркального карпа гомозиготных по точечной мутации E664K гена FGFR1, а также самок зеркального карпа с делецией и точечной мутацией E664K гена FGFR1. Доказано, что указанные мутации, связаны с малочешуйчатостью и наследуются у потомства F<sub>1</sub>. При выращивании молоди зеркального карпа в 5-ти выростных прудах, чешуйчатых особей у карпа в потомстве F<sub>1</sub> не обнаружено. Следовательно, изученные мутации гена рецептора фактора роста фибробластов могут быть использованы в карповых прудовых хозяйствах для поддержания маточных стад зеркального карпа в генетической чистоте. Установлена высокая степень изменчивости по плодовитости производителей и массе тела у потомства. Зарегистрировано благополучие молоди зеркального карпа белорусской селекции при ихтиопатологическом обследовании.

**Ключевые слова:** прудовая аквакультура белорусская порода зеркального карпа, производители, ген рецептора фактора роста фибробластов и мутации гена, малочешуйчатость, трансферрины, репродуктивные показатели, показатели массы тела у молоди зеркального карпа, ихтиопатологическое обследование сеголетка.

В соответствии с моделью Кирпичникова В.С. (1935), предложенной на основе анализа результатов скрещиваний, наследование фенотипа зеркального карпа идет за счет двух генов с двумя аллелями (S; s и N; n) Генотип у сазана и чешуйчатого карпа SSnn, Ssnn, у зеркального «с разбросанной чешуей» - ssnn, у «голового» - ssNn, у «линейного» - SSNn, SsNn. Считается, что особи с генотипами SSNN, SsNN, ssNN являются нежизнеспособными и погибают. В статье N. Rohner с соавторами (2009) было показано, что основными причинами потери чешуи у карповых являются делеция и точечная мутация последовательности гена FGFR1.

В настоящее время Институтом рыбного хозяйства НАН Беларуси в селекционно-племенном участке «Изобелино» (Минская область) сформированы разновозрастные группы производителей 2-х отводок белорусского зеркального карпа IV селекционного поколения, а

также формируется ремонт V поколения. До последнего времени при формировании групп зеркального белорусского карпа учитывались только морфометрические, физиолого-биохимические характеристики, полиморфизм белков трансферринов, темп массонакопления и выживаемость во время летнего нагула, потеря массы и выживаемость рыбы в период зимовки. В 2020 году впервые у 84 экз. в стаде производителей и ремонта белорусского зеркального карпа были исследованы две мутации, ассоциированные с признаком малочешуйчатости (делеция и нуклеотидная замена E664K в последовательности гена FGFR1). Во время проведения весенней бонитировки отобраны биологические пробы у 32 экз. ремонта зеркального карпа пятилетнего возраста (V поколения селекции). Отбор биологических проб у зеркального карпа для проведения генетических исследований произведен весной 2020 года у 32 экз. ремонта карпа IV поколения селекции и осенью 2020 года у 23 самок пятилетнего возраста (4+) и у 29 самцов зеркального карпа четырехлетнего возраста (3+) V поколения селекции. В качестве контроля было отобрано также 20 биопроб у чешуйчатого карпа (амурского сазана, изобелинской породы отводки «смесь чешуйчатая», сарбоянского, югославского, лахвинского карпа). Отбор биопроб у меченых проционовыми красителями особей осуществлен прижизненно путем отреза фрагмента плавников. Фрагменты плавников фиксировали в 96% этаноле. Выделение и очистку образцов ДНК проводили методом фенол-хлороформной экстракции. Для проведения ПЦР-реакции использовали праймеры, представленные в статье Rohner и др. (2009). Наличие делеции анализировали с помощью гель-электрофореза, точечную мутацию E664K определяли после проведения секвенирования соответствующего участка ДНК. Результаты секвенирования анализировались с помощью программы MEGA X.

При тестировании 84 особей белорусского зеркального карпа у 33 экз. (39%) обнаружена делеция участка ДНК гена рецептора фактора роста фибробластов (FGFR1) размером 310 п.н., у 48 экз. (57%) обнаружена нуклеотидная замена E664K. У 3 особей (4%) с зеркальным фенотипом отсутствовали обе тестируемые мутации. У всех носителей мутаций (81 особь) была выявлена лишь одна мутация из двух (либо делеция, либо точечная мутация E664K). В связи с этим, было решено разработать схемы скрещивания для выявления эффектов сочетания двух мутаций гена FGFR1. Для скрещивания были отобраны 5 самцов гомозиготных по точечной мутации E664K (по трансферринам и генотипом Norm A/A). Для первого скрещивания были отобраны 4 самки-носители делеции гена FGFR1 (по трансферринам и генотипом Del G/G). Для второго скрещивания были отобраны 4 гетерозиготные по точечной мутации самки (по трансферринам и генотипом Norm G/A). Дополнительно был проведен забор биологических образцов у производителей непосредственно перед скрещиванием (забор фрагмента плавника и половых продуктов) для проведения повторного генетического анализа во избежание ошибок. Повторный генетический анализ подтвердил генотипы отобранных особей. При проведении молекулярно - генетических исследований в контрольной группе особей чешуйчатого карпа мутаций гена FGFR1 не было выявлено.

Средняя масса самок зеркального карпа, отобранных для получения потомства, составила 5,6 кг (4,6-6,8 кг). Коэффициент варибельности данного показателя составил 13,7%, что соответствует низкой изменчивости. Масса икры, полученной от одной самки, в среднем достигала 375,0 г (35-645 г). Значительный диапазон колебаний обуславливает высокую степень изменчивости по плодовитости с коэффициентом 62,3%. Средний показатель рабочей плодовитости самок зеркального карпа составил 321,6 тыс. экз. яйцеклеток (26-575,5 тыс. экз. яйцеклеток на самку). Относительная рабочая плодовитость составила в среднем 60,2 тыс. экз. яйцеклеток на 1 кг веса самки (3,82 - 119,62 тыс. экз. яйцеклеток). Коэффициенты изменчивости рабочей и относительной плодовитости составили 61,3% и 65,1% соответственно, что соответствует высокой степени изменчивости. Полученной от скрещиваний личинкой проведено зарыбление пяти опытных прудов (3 пруда зарыбили личинкой от скрещивания с самками-носителями делеции, 2 пруда личинкой от скрещивания с гетерозиготными по точечной мутации E664K самками). Темп роста молоди зеркального карпа изучали во время контрольных отловов (1 раз в декаду). Ежедекадный

мониторинг темпов роста выявил значительное опережение средней массы сеголетка в опытных и контрольных прудах в сравнении с плановой массой тела. В третьей декаде июня средняя масса тела сеголетка в опытных прудах составила 2,9-3,9 г, при плановой - 1,0 г. В контрольных прудах с зеркальным карпом навеска колебалась от 1,2 до 5 г. В июле темпы роста рыбы по массе тела также были высокие и составили по прудам 206-225% к плану в начале месяца и 141-191% в третьей декаде июля. В августе линейный рост немного снизился. Средняя масса сеголетка в опытных прудах достигала от 19 до 41 г, что составило от 89 до 192% к плановой. На протяжении всего вегетационного сезона самые высокие темпы роста молоди зеркального карпа отмечены в пруду с потомством от скрещивания с самками-носителями делеции: в третьей декаде августа сеголеток достиг массы тела в среднем 43 г (39-46 г, при плановой массе тела 25 г (180%). Наименьший прирост молоди зеркального карпа отмечен в пруду с потомством от скрещивания самцов гомозиготных по точечной мутации E664K с самками гетерозиготными по точечной мутации E664K. Средняя масса сеголетка составила 21 г (19 - 25 г) (88%). В течение вегетационного периода выращивания сеголетка зеркального карпа выявлены только два фенотипа линий белорусского зеркального карпа. Чешуйчатых карпов среди зеркального карпа при осеннем облове выростных прудов не выявлено. Ихтиопатологическое обследование позволило выявить единичное паразитоносительство ихтиофтириусов, дактилогирусов на поверхности тела и жабрах. При патологоанатомическом вскрытии по 25 экз. сеголетка карпа из 5 выростных прудов выявлены слабые гистологические изменения в плавательном пузыре с экстенсивностью 4%, в кишечнике обнаружено паразитоносительство кавий с экстенсивностью 4-8% и интенсивностью 1 паразит на рыбу.

Закключение: 1. С помощью молекулярно-генетических исследований доказано, что две мутации, ассоциированные с признаком малочешуйчатости у карпа (делеция и нуклеотидная замена E664K в последовательности гена FGFR1), связаны с наследуемостью полезного хозяйственного признака малочешуйчатости у зеркального карпа;

2. При выращивании молоди зеркального карпа в 5 выростных прудах, чешуйчатых особей у карпа в потомстве F1 не обнаружено;

3. Установлена высокая степень изменчивости зеркального карпа по плодовитости производителей и ростовым характеристикам у потомства;

4. Изученные мутации гена рецептора фактора роста фибробластов могут быть успешно использованы в селекционной работе в карповых прудовых хозяйствах с целью поддержания ремонтно - маточных стад зеркального стад в генетической чистоте;

5. С ихтиопатологической точки зрения рыбопосадочный материал зеркального карпа белорусской селекции вполне здоров и после регистрации породы может быть рекомендован для реализации в другие прудовые хозяйства, в том числе для товарного выращивания.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ грант №Б20-077.

### Список литературы

Кирпичников В.С., Балкашина Е.И. 1935. Материалы по генетике и селекции карпа. Зоологический журнал 14 (1): 45–78.

Чугаева А.И. 1998. Селекционно-племенная работа в рыбоводстве. Агропанорама 5: 20-23.

Rohner N., Bercse'nyi M., Orba'n L., Kolanczyk M. E., Linke D., Brand M., Nüsslein-Volhard Ch., Harris M.P. 2009. Duplication of FGFR1 permits fgf signaling to serve as a target for selection during domestication. Current Biology 19(19): 1642–1647. DOI: 10.1016/j.cub.2009.07.065



## Анализ основных затрат при организации местного морского рыбного промысла на примере Ненецкого автономного округа

А.С. Безбородов<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО», отдел Северный (СевПИНРО, г. Архангельск)

<sup>2</sup>Институт комплексных исследований Арктики (ФГБУН «ФИЦКИА» УрО РАН)

E-mail: [bezborodov@pinro.ru](mailto:bezborodov@pinro.ru)

**Аннотация.** Местный морской рыбный промысел в Ненецком автономном округе (НАО) на сегодняшний день недостаточно развит и представлен, главным образом, любительским ловом для личного потребления. За последние 5 лет официальный вылов чешско-печорской сельди составляет менее 1 т/год, наваги – 47 т/год. При этом официальная статистика не отражает реальный объём изъятия ВБР по причине того, что рыбаки-любители из числа местных жителей не сообщают о своих уловах, а рыбодобытчики скрывают их часть. В результате получают незначительные объёмы вылова, которые в несколько раз могут расходиться с реальным уровнем изъятия. Организация промысла чешско-печорской сельди и других видов рыб требует немалых затрат, однако работа на основе уже имеющейся материально-технической базы позволит кратно сократить издержки.

**Ключевые слова:** Чешская губа, промысел, чешско-печорская сельдь, навага, горбуша, материально-техническая база, транспорт, экономия, средний улов, окупаемость.

По данным Стасенковой (2009), промышленное освоение запасов чешско-печорской сельди на юго-востоке Баренцева моря началось в 30-е годы XX в. с началом работы научно-промысловой экспедиции ВНИРО. Были определены промысловые участки и проведены испытания различных орудий лова. Максимальный вылов на прибрежных участках в Чешской губе в конце 40-х – начале 50-х годов достигал 630 т. К 1970-м годам промысловое усилие сократилось в несколько раз, соответственно уменьшился и вылов, в 80-е годы произошло снижение запасов, эффективность промысла значительно упала, в 90-е годы он пришел в упадок. Гончаров и Безбородов (2020) приводят сведения о том, что официальный вылов опустился до нулевых значений (2011-2015 гг.) и на сегодняшний день промысел чешско-печорской сельди сохранился в виде любительского лова местными жителями для личного потребления. Её официальный среднегодовой вылов за период 2016-2020 гг. составил 0,84 т. В последнее время наметился курс на снижение объёма ННН-промысла (незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел), ряд предпринимателей, в т.ч. среди местных жителей, официально ведут промысел. В работе будут рассмотрены основные затраты на оснащение материально-технической базы при организации местного морского промысла с различными исходными условиями.

При организации рыбного промысла неизбежно возникают расходы на транспортные услуги, а также требуется наличие транспортных средств непосредственно в районе добычи водных биологических ресурсов (ВБР) и определённого оборудования для рыбообработки и хранения продукции. Постоянное проживание в районе ведения промысла позволяет значительно снизить логистические издержки, даёт возможность использовать имеющийся транспорт и помещения. Так, например, вместо покупки или строительства помещений с холодильной установкой для заморозки и хранения рыбы используются срубы (бани, сараи), которые внутри обшивают теплоизолирующим материалом и оборудуют низкотемпературным моноблоком или сплит-системой. Уровень энергопотребления этих устройств позволяет подключать их к общим сетям.

Для транспортировки уловов, орудий лова и иного оборудования в районе ведения промысла необходимы катера и лодки, а также наземная техника (в условиях заполярья это квадроциклы и снегоходы с прицепами). Приобретение новых лодок ПВХ, лодочного мотора

(4-такт., мощность не менее 20 л.с.), квадроцикла и снегохода, согласно анализу розничных цен, потребует от 1200 тыс. рублей (см. Табл. 1). По личным наблюдениям, более чем в 90 % домовладений в сельской местности НАО есть внедорожная мототехника, а также лодки или катера с двигателем. Использование рыбаками личных транспортных средств обеспечивает существенную экономию.

В случае привлечения на промысел 4 работников из г. Архангельска или г. Нарьян-Мар стоимость их доставки в с. Нижняя Пеша и обратно составит 113 тыс. рублей или 57 тыс. рублей соответственно (<http://2aao.ru/shedule.php>, <https://www.avianao.ru/passazhirskie-tarify>). Наём работников из числа местных жителей избавляет от необходимости их доставки к месту работы. При этом может вестись постоянное наблюдение за промысловой ситуацией на море, что позволяет оперативно управлять ходом промысла. Одновременно решается проблема размещения работников, что позволит отказаться от покупки и доставки жилого модуля (см. Табл. 1).

**Таблица 1.** Минимальные расходы на покупку транспортных средств, оборудования, авиабилетов при организации местного морского промысла в Чешской губе Баренцева моря, руб. (1 – изначально максимальное материальное обеспечение, 2 – изначально полное отсутствие материально-технической базы)

Позиция расходов	1	2
Транспортные средства (лодка ПВХ <sup>1</sup> , подвесной лодочный мотор <sup>2</sup> , квадроцикл <sup>3</sup> , снегоход <sup>4</sup> )	-	1 190 000
Жилой модуль	-	300 000
Производственный цех	-	600 000
Оснащение производственного цеха	59 000	170 000
Морозильная установка	76 000	76 000
Авиабилеты (4 чел.)	-	57 000
Блок-форма для заморозки рыбы, 40 шт.	37 000	37 000
Итого	172 000	2 430 000

Если предприниматель в ходе промысла использует свои помещения, он в любом случае должен оснастить их оборудованием для обработки ВБР и их дальнейшего хранения. Расходы будут включать в себя покупку морозильной установки (сплит-система или моноблок), блок-форм для заморозки рыбы, а также минимально необходимое оснащение цеха под производственные нужды (ванна моечная, шпильки для поддонов, весы напольные). Стоимость оснащения заказного производственного цеха будет выше за счёт более сложного монтажа морозильной установки и изотермической камеры, установки дополнительных элементов: производственные столы, шкаф для одежды и др. Общая сумма затрат, по нашим расчетам, варьирует от 172000 до 2430000 рублей.

Во время контрольного лова чешско-печорской сельди ставными сетями в Чешской губе Баренцева моря оценивался среднесуточный улов, который в период 2012-2021 гг. составил от 1,4 до 37 кг/сутки на 1 сеть. Среднее значение за этот период составило 9,6 кг/сутки на 1 сеть. Соответственно, при длительности промысла 10 дней с помощью 10 ставных сетей вылов в среднем составит 1 т, но в случае благоприятной промысловой обстановки может увеличиться до 8-10 т. Закупочная цена на чешско-печорскую сельдь в

<sup>1</sup> [https://www.badger.ru/catalog/lodki\\_pvkh/lodki\\_naduvnye\\_s\\_zhestkoy\\_paluboy/110871](https://www.badger.ru/catalog/lodki_pvkh/lodki_naduvnye_s_zhestkoy_paluboy/110871)

<sup>2</sup> <https://suzuki29.ru/katalog/product/Suzuki-DF20AE/>

<sup>3</sup> [https://go-rm.ru/rm650-2\\_overview.html](https://go-rm.ru/rm650-2_overview.html)

<sup>4</sup> [https://go-rm.ru/buran\\_leader\\_overview.html](https://go-rm.ru/buran_leader_overview.html)

НАО около 70-80 руб/кг. Для увеличения объема перерабатываемой рыбы следует, во-первых, наладить её приёмку у местного населения, и, во-вторых, организовать промысел других видов рыб: навага, корюшка азиатская, горбуша. Средний улов наваги (зимой) составляет 32 кг/сутки в 1 рюжу, средний улов горбуши в преднерестовый период (для нечетной линии) 19 кг/сутки на 1 сеть, а во время массового захода на нерест может составлять десятки килограмм за 2-3 часа. При этом закупочная цена на них выше, чем на сельдь: около 100 и 200 руб./кг соответственно.

Организация промысла чешско-печорской сельди и других видов рыб предпринимателями из числа местного населения позволяет многократно снизить издержки на оснащение материально-технической базы, сократить транспортные расходы. Наём работников, проживающих в районе ведения промысла, снимает вопрос их доставки и организации проживания. Постоянное нахождение на водоёме обеспечивает ежедневный мониторинг промысловой и метеорологической ситуации, даёт возможность корректировать ход промысла. Из вышесказанного следует, что срок окупаемости подобной модели организации промысла наступит значительно раньше, чем в случае с приобретением производственного и жилого модулей, различного оборудования, транспортных средств и доставкой работников из других районов проживания. По нашим расчётам, покупка и подготовка всего необходимого оборудования начинается с минимальной суммы 172 тыс. рублей, но в случае организации промысла «с нуля», т.е. без наличия материально-технической базы, она возрастает минимум в 14 раз (без учёта стоимости доставки в район промысла). Учитывая небольшие объёмы вылова и удалённость прибрежных районов НАО от основных транспортных путей, местный морской промысел должен иметь в первую очередь региональное значение.

#### Список литературы

Гончаров Ю.В., Безбородов А.С. 2020. Местный морской рыбный промысел как элемент продовольственной безопасности Ненецкого автономного округа // Глобальные проблемы Арктики и Антарктики [электронный ресурс]: сборник науч. материалов Всерос. конф. с междунар. участием, посвящен. 90-летию со дня рождения акад. Николая Павловича Лавёрова / отв. ред. акад. РАН А. О. Глико, акад. РАН А. А. Барях, чл.-корр. РАН К. В. Лобанов, чл.-корр. РАН И. Н. Болотов. Архангельск, 2020. – 1169 с.: рис., табл. – с. 1060-1064.

Стасенкова Н.И. 2009. Экология, биология и промысел чешско-печорской сельди. Архангельск. 97-103 с.

<http://2a0ao.ru/shedule.php>

<https://www.avianao.ru/passazhirskie-tarify>

## Изменения размерного состава *Chlamys albida* в традиционном районе промысла

Д.А. Ботнев

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: [botnev@vniro.ru](mailto:botnev@vniro.ru)

**Аннотация:** Показан двухлетний анализ размерного состава морского гребешка добываемого на шельфе о. Онекотан. Проведена сравнительная характеристика размерно-полового состава Охотоморской и Тихоокеанкой подзон Северо-Курильской зоны. Определен видовой состав скоплений. В поселениях гребешка наблюдалось снижение среднего возраста поселения, что, скорее всего, связано с интенсивным промыслом данных объектов.

**Ключевые слова:** морские гребешки, размерный состав, Онекотан, *Chlamys albida*

В районе северных Курильских островов осуществляется крупномасштабный промысел морских гребешков с ежегодными уловами в последние годы более 10 тыс. тонн. Существенное промысловое воздействие на поселения морских гребешков требует проведения ежегодного контроля состояния поселений в традиционных районах промысла.

Целью данной работы являлось изучение размерного состава морских гребешков в уловах в Охотоморской и Тихоокеанской подзонах Северо-Курильской зоны в 2018 г. Материалом для работы послужили результаты учетных дражных съемок, выполненных в традиционных районах промысла Северо-Курильской зоны. На основании данных 2017 и 2018 гг. проведен сравнительный анализ размерного состава морских гребешков у о. Онекотан. Сбор материала осуществлялся непосредственно из бункера-накопителя перед сортировкой улова. Координаты станций и глубину определяли с помощью навигационных систем и эхолота, установленных на судне. Размеры морских гребешков определяли с точностью до 1 мм. В 2018 г. исследования проведены на изобатах от 77 до 118 метров.

Видовой состав поселений морских гребешков характеризовался присутствием трех видов рода *Chlamys*, сложно различаемыми между собой (*C. albida*, *C. stratega*, *C. behringiana*) (Ботнев, Лабутин, 2011; Мясников, Кочнев, 1988). В Охотоморской подзоне в 2018 г. основным видом был светлый гребешок (98,6%), в 2017 г. доминировал так же светлый гребешок (98,1%). В Тихоокеанской подзоне в 2018 г. основным видом (99,2%) был светлый гребешок, в 2018 г. так же доминировал светлый гребешок (98,4%). В связи многократным преобладанием доли в улове светлого гребешка дальнейшее сравнение проводится только для *C. albida*.

В 2018 г. было исследовано 776 особей светлого гребешка, размерный ряд по высоте раковины находился в пределах от 27 мм до 105 мм, средний размер составлял 77,1 мм (в 2017 г. – 71,4 мм), основная модальная группа 75-79 мм. Соотношение полов светлого гребешка в поселениях у о. Онекотан в 2018 г. выглядит следующим образом: доля самок в уловах, так же как в 2017 г., немного выше, чем самцов. Самки встречаются в 1,1 раза чаще самцов.

Сравнение размерного состава морских гребешков из уловов 2018 и 2017 гг. на скоплениях у о. Онекотан показывает незначительные изменения: в уловах снизилось количество молоди, что может быть связано с работой только на основных промысловых скоплениях, где основные особи имеют промысловый размер. В целом же, размерный состав морских гребешков остался примерно на прежнем уровне.

С тихоокеанской стороны у южной части о. Онекотан соотношение размерных классов морских гребешков претерпели небольшие изменения, в 2018 г. произошло увеличение промысловой части скопления, молодь в пробе отсутствовала (в 2017 г. – 6,7%).

Доля более крупных размерных групп в уловах выросла, что связано, скорее всего, с естественным ростом особей гребешка и переходом в следующую размерную группу. У гребешков рассматриваемой группы видов из одного и того же района темпы роста более сходны, чем у гребешков одного вида, но из различных мест обитания (Силина, Позднякова, 1991). Средний размер морского гребешка в улове вырос с 78,3 мм в 2017 г. до 79,2 мм в 2018 г. Доля гребешка промыслового размера в улове составила 100%. Крупные особи с высотой раковины 100 мм и более в 2018 г. встречены не были. В поселении гребешка центральной части тихоокеанской стороны о. Онекотан произошло снижение доли в улове самых старших размерных групп с высотой раковины 100 мм и более с 3,0% в 2017 г. до 1,8% в 2018 г., а так же молоди гребешка (менее 60 мм) с 16,4% до 6,4% соответственно. Промысловые особи составляют 93,8% улова. Средний размер в улове вырос с 78,0 мм в 2017 г. до 78,5 мм в 2018 г. Крупные особи с высотой раковины 100 мм и более занимали всего 1,8% от выборки, хотя в 2017 г. этот показатель составлял 3,0%.

С охотоморской стороны у южной части о. Онекотан произошло снижение доли улова самых старших размерных групп морского гребешка, молоди гребешка отмечено всего несколько особей. Произошло снижение в размерных группах 50-65 мм и увеличение в группах 70-85 мм. В северной части поселения охотоморской стороны о. Онекотан соотношение размерных классов морских гребешков практически не изменилось, произошло небольшое снижение самых старших размерных групп, молоди в пробе встречено не было. Число особей в средних размерных группах выросло, что положительно скажется на количестве особей морского гребешка, участвующих в нересте. Число особей с размером 60-69 мм к 2018 г. снизилось, а следующая размерная группа 70-79 мм наоборот увеличилась. Средний размер морского гребешка в улове вырос с 81,9 мм в 2017 г. до 83,1 мм в 2018 г. Самая крупная особь в поселениях светлого гребешка за период работ 2018 г. имела высоту раковины 112 мм.

Изменение размерного состава с охотоморской стороны о. Онекотан может быть объяснено прессом промысла. В течение 2018 г. основной промысел морских гребешков Северо-Курильской зоны проходил с охотоморской стороны о. Онекотан на традиционных скоплениях, где освоено 63% общего рекомендованного объема изъятия для зоны, что, вероятнее всего, также повлияло на небольшое омоложение поселений при увеличении средних размеров. Данные 2018 г. показывают на существенный рост числа промысловых особей.

В последние годы у о. Онекотан происходят незначительные изменения размерного состава и распределения морских гребешков. Они касаются изменений размеров гребешка из-за естественной смертности и ведения промысла, а так же оседания спата и подростания молоди гребешка.

### Список литературы

Ботнев Д.А., Лабутин А.В. 2011. Особенности роста гребешков рода *Chlamys* в Баренцевом море и у Северо-Курильских островов. Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки. Тезисы докладов. Южно-Сахалинск, С. 134-135.

Мясников В.Г., Кочнев Ю.Р. 1988. Продолжительность жизни, рост, половая структура светлого гребешка *Chlamyd albidus* Курильских островов // Морские промысловые беспозвоночные. М. ВНИРО. С. 153-166

Силина А.В., Позднякова Л.А. 1991. Микроскульптура раковин и рост трех видов гребешков рода *Chlamys* у острова Онекотан Курильских островов. Биология моря 5: 23-30.

## Определение криоскопических температур пищевой рыбной продукции для обоснования температурных режимов холодильного хранения

*Е.Д. Бровко, Л.О. Архипов*

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва, Россия

E-mail: [e\\_brovko@vniro.ru](mailto:e_brovko@vniro.ru)

**Аннотация.** В статье представлены данные, полученные в результате экспериментальных работ по определению значений криоскопических температур пищевой рыбной продукции.

**Ключевые слова:** холодильная обработка рыбы, криоскопическая температура

В настоящее время холод широко применяется при производстве и хранении пищевых продуктов. Одним из наиболее часто используемых и эффективных способов сохранения рыбной продукции является замораживание. Способ консервирования холодом основан на понижении температуры, что значительно снижает активность жизнедеятельности микроорганизмов. До 30 % выловленной рыбы во всем мире теряется вследствие ее микробиальной порчи (Stonehouse, 2015; Lambert, 1991).

Существуют альтернативные способы сохранения пищевой продукции: стерилизация, высушивание, посол, а также комбинированные способы – вяление, копчение, маринование и др. В настоящее время общепринято, что при хранении продуктов применение холода является одним из лучших способов их консервирования.

Рыба в охлажденном виде, имеет ряд преимуществ, по сравнению с замороженной, но ограниченный срок хранения, обусловленный в первую очередь микробиологической порчей, является значительным препятствием в расширении доли ее производства (Харенко и др., 2019).

Преимущества замораживания для рыбной промышленности обусловлено следующими факторами:

- возможность промысла в отдаленных районах лова и расширения сырьевой базы благодаря перегрузке и транспортированию мороженой продукции без существенных потерь;
- консервирование холодом не требует особой подготовки сырья, причем замораживанию могут подвергаться большинство рыбных продуктов;
- возможность сохранения качества сырья длительное время и обеспечения им перерабатывающих предприятий и потребителей, удаленных от мест вылова;
- возможность частично уравнивать избытки и дефицит сырья, а также предлагать потребителям постоянный ассортимент продуктов благодаря длительному хранению замороженной пищевой рыбной продукции (Ефимов, 2013).

Холодильная обработка применяется и как самостоятельный способ консервирования и как необходимое условие сохранения качества продуктов при других способах консервирования. Сущность консервирования холодом сводится к замедлению большинства процессов, происходящих при хранении рыбы и пищевой рыбной продукции, что обеспечивает увеличение их продолжительности хранения.

Консервирование рыбы холодом включает в себя: охлаждение, переохлаждение, подмораживание, замораживание – процессы, в которых теплота отводится от пищевой рыбной продукции и их температура понижается. В целях повышения эффективности процесса замораживания постоянно разрабатываются новые принципы и подходы, сочетающие в себе отвод теплоты с одновременным применением дополнительных к холоду средств: предварительная обработка импульсным электрическим током, применение ультранизких температур, сверхбыстрое замораживание, сверхвысокое давление и



применением ультразвука, которые предназначены для сохранения качества продуктов за счет равномерного зарождения и образования мелких кристаллов льда (Архипов, 2019).

В соответствии с действующим ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции»:

- «охлажденная пищевая рыбная продукция» – рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, подвергнутые процессу охлаждения, не достигая температуры замерзания тканевого сока, а также продукция из них, подвергнутая процессу охлаждения до температуры в толще продукта не выше 5°C.

- «подмороженная пищевая рыбная продукция» – рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, подвергнутые процессу замораживания до температуры на 1°C или 2°C ниже температуры замерзания тканевого сока внутри них.

- «мороженая пищевая рыбная продукция» – рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, в том числе продукция из них, подвергнутые процессу замораживания до температуры в толще продукта не выше минус 18°C (ТР ЕАЭС 040/2016).

Действующим регламентом «О безопасности рыбы и рыбной продукции» не установлены четкие границы температур хранения охлажденной и подмороженной пищевой рыбной продукции, а обозначены относительные температуры, зависящие от значения начальной криоскопической температуры продукта.

Криоскопическая температура пищевых продуктов зависит от концентрации растворенных веществ в клеточном соке и составляет в среднем: для мяса от минус 0,6 °C до минус 1,2 °C; молока минус 0,55 °C; яиц минус 0,5 °C; рыбы от минус 0,6 °C до минус 2 °C. При дальнейшем понижении температуры свободная вода замерзает, практически полностью прекращается жизнедеятельность микрофлоры и падает активность ферментов, вследствие чего продукты приобретают способность к длительному сохранению их исходного качества при условии, что температура всё время остаётся на заданном уровне. Поэтому при замораживании и последующем хранении пищевых продуктов в замороженном виде, необходимо учитывать значения их криоскопических температур (Дибирасулаев, 2017).

Согласно ГОСТ Р 55516-2013 Технологии пищевых продуктов холодильные. Термины и определения: «криоскопическая температура пищевого продукта» – это температура начала льдообразования в пищевом продукте (ГОСТ Р 55516-2013).

Подмораживание как метод консервирования пищевой рыбной продукции обеспечивает снижение скорости развития микроорганизмов, стабильность качества продукции при хранении, исключает энергозатраты. При хранении и транспортировании подмороженной рыбы исключается необходимость применения льда, что улучшает санитарно-гигиенические условия, снижает издержки производства (Маслова, 2010).

Суть данного метода холодильной обработки заключается в частичном подмораживании пищевых продуктов и последующем их хранении в зоне субкриоскопических температур. Принципиальным отличием способа подмораживания является допущение частичного вымораживания влаги и наличие кристаллов льда в продукте.

Целью работы было определение значений криоскопических температур пищевой рыбной продукции.

Объектами исследования являлись пищевая рыбная продукция: скумбрия атлантическая мороженая неразделанная (*Scomber scombrus*); сельдь атлантическая мороженая неразделанная (*Clupea harengus*); скумбрия атлантическая обезглавленная горячего копчения; сельдь атлантическая неразделанная горячего копчения; скумбрия атлантическая кусок слабосоленая; сельдь атлантическая неразделанная слабосоленая.

Криоскопическую температуру определяли термографическим способом, описанным Дибирасулаевым М.А. по методике James et al., 2011 на основе кривой изменения температуры образца с применением измерителя температуры (LTA/2-Н-Н, Россия).

В исследуемых образцах определяли криоскопическую температуру, полученные данные представлены в табл. 1

**Таблица 1.** Значения криоскопической температуры пищевой рыбной продукции

Пищевая рыбная продукция	$T_{кр}, ^\circ\text{C}$
Скумбрия атлантическая	$-0,90 \pm 0,05$
Скумбрия атлантическая горячего копчения	$-2,05 \pm 0,05$
Скумбрия атлантическая слабосоленая	$-7,85 \pm 0,05$
Сельдь атлантическая	$-2,20 \pm 0,05$
Сельдь атлантическая горячего копчения	$-2,10 \pm 0,10$
Сельдь атлантическая слабосоленая	$-7,10 \pm 0,05$

В результате проведенных работ установлены значения криоскопических температур для исследуемых образцов пищевой рыбной продукции.

Значение  $T_{кр}$  для скумбрии атлантической мороженой составило минус  $0,90 \pm 0,05^\circ\text{C}$ , для скумбрии атлантической горячего копчения минус  $2,05 \pm 0,05^\circ\text{C}$ , для скумбрии атлантической слабосоленой минус  $7,85 \pm 0,05^\circ\text{C}$ , разница между максимальным и минимальными значениями, для продукции выработанной из скумбрии составила  $6,95^\circ\text{C}$ .

Значение  $T_{кр}$  для сельди атлантической неразделанной мороженой составило минус  $2,20 \pm 0,05^\circ\text{C}$ , для сельди атлантической горячего копчения минус  $2,10 \pm 0,10^\circ\text{C}$ , для сельди атлантической слабосоленой минус  $7,10 \pm 0,05^\circ\text{C}$ , разница между максимальным и минимальными значениями, для продукции выработанной из сельди составила  $4,9^\circ\text{C}$ .

Значения криоскопических температур для пищевой рыбной продукции, выработанной из одного и того же вида рыбы, имеют значительные различия, что отражает необходимость их дальнейшего определения накопления и систематизации. Полученные экспериментальные данные планируется использовать для обоснования режимов холодильного хранения пищевой рыбной продукции.

### Список литературы

ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза. «О безопасности рыбы и рыбной продукции». 2016. 129 с.

ГОСТ Р 55516-2013 Технологии пищевых продуктов холодильные. Термины и определения. – Введ. 01.04.2014. – М.: Изд-во стандартов, 2021. – 9 с.

James C., Hanser P., James S.J. 2011. Super-cooling phenomena in fruits, vegetables and seafoods. 11th International Congress on Engineering and Food Athens: Greece. 22-26.

Lambert A.D., Smith J.P., Dodds K.L. 1991. Shelf life extension and microbiological safety of fresh meat – a review. Food Microbiology 8: 267-297.

Stonehouse G.G., Evans J.A. 2015. The use of supercooling for fresh foods: A review / G. G. Stonehouse, J. A. Evans. Journal of Food Engineering. Norway 148: 74-79.

Архипов Л.О. 2019. Обзор современных тенденций в сфере технологии замораживания пищевых продуктов. Промышленность и сельское хозяйство 4: 5-17.

Дибирасулаев М.А., Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О., Дибирасулаев Д.М., Донецких А.Г. 2017. К разработке научно обоснованных режимов холодильного хранения мяса различных качественных групп при субкриоскопических температурах. Птица и птицепродукты 1: 29–32.

Ефимов А.А., Ефимова М.В., Арчибисова А.С., Кобзарева Е.И. 2013. Анализ способов увеличения сроков годности мороженой рыбопродукции. Вестник Камчатского государственного технического университета 23: 50-58.

Маслова Г.В. 2010. Особенности технологии производства подмороженной рыбы. Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов 4: 24-27.



Харенко Е.Н., Архипов Л.О., Яричевская Н.Н. 2019. Установление функциональной зависимости количества вымороженной воды от индивидуальных криоскопических температур рыбы. Труды ВНИРО 176: 81-94.

## Ретроспективный анализ водности половодий Волго-Ахтубинской поймы по данным ДЗЗ

Брызгалина Е.С.<sup>1,2</sup>, Филиппов О.В.<sup>2,3</sup>, Кочеткова А.И.<sup>1,2</sup>, Баранова М.С.<sup>2</sup>, Фотина О.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО», г. Волгоград)

<sup>2</sup>Волжский филиал Волгоградского государственного университета (ВФ ВолГУ, г. Волжский)

<sup>3</sup>Волгоградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС» (Волгоградский ЦГМС, г. Волжский)

E-mail: [bryzgalina\\_elena@mail.ru](mailto:bryzgalina_elena@mail.ru)

**Ключевые слова:** Волго-Ахтубинская пойма, гидрологический режим, половодье, дистанционное зондирование Земли

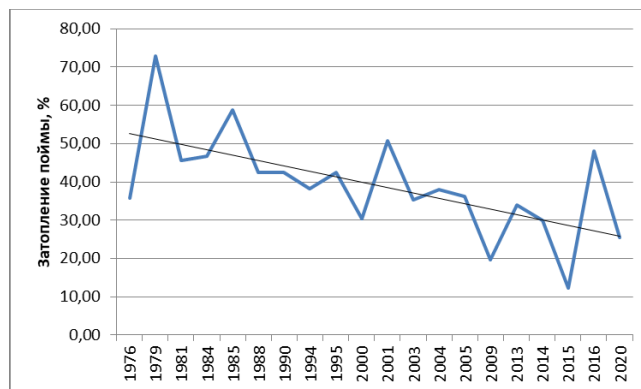
**Аннотация:** В статье приводится краткий анализ площадей затопления Волго-Ахтубинской поймы по данным дистанционного зондирования Земли. Показана тенденция уменьшения водности половодий с 1976 по 2020 гг.

Гидрологические наблюдения ведутся в Волго-Ахтубинской пойме (ВАП) на протяжении многих лет – с 2001 года. За это время было выявлено и научно обосновано много особенностей гидрологического режима поймы. Данные гидрологического мониторинга должны учитываться при принятии решений в таких областях как рыбное и сельское хозяйство, а также в природоохранной деятельности. Методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в настоящее время не способны полностью заменить гидролого-экологический мониторинг ВАП, однако, они могут быть дополнением к натурным данным. С помощью методов ДЗЗ можно провести ретроспективный анализ некоторых характеристик, например, площадей затопления поймы, в том числе за те годы, когда натурный мониторинг еще не проводился.

Для выделения водных объектов территории ВАП в пределах Волгоградской области использовали снимки Landsat 1-4 (MSS), 5 (TM), 7 (ETM+), 8 (OLI) за периоды половодий, отдавая предпочтение снимкам, относящимся к концу «пиковой полки», либо сразу после ее окончания. В 2020 году, в связи с исключительно долгой «рыбной полкой» также взят снимок конца данного периода. В программе ScanEx Image Processor 3.6.9 проводился расчёт водных индексов – NDWI и MNDWI. Перед расчетом была проведена радиометрическая и атмосферная коррекция для корректировки интервала яркости получаемого изображения. NDWI использовали для снимков Landsat MSS, TM, ETM+; MNDWI для Landsat OLI. Оба индекса имеют схожую точность выделения водных объектов (Катаев, Бекеров, 2017). После автоматической оцифровки в ArcGIS 10.4 проводился расчёт площадей затопления.

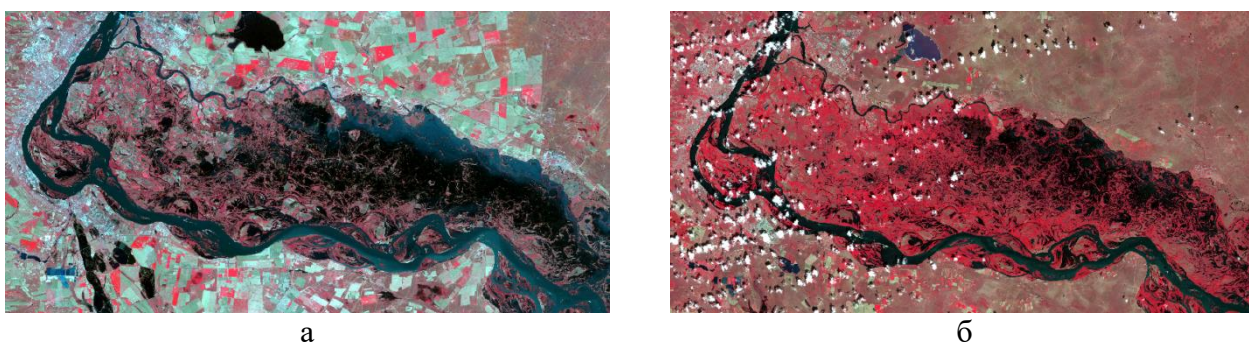
Подходящих для дешифрирования снимков за период с 1976 года оказалось всего 20. Интервал между соседними годами не одинаков. Однако, в выборку попали как самые многоводные, так и маловодные и средние по водности годы периода, что в целом позволяет увидеть общую тенденцию в изменении площадей затопления ВАП. Из графика (рис. 1) видно снижение водности половодий в пойме с 1976 по 2020 гг. Причем, можно заметить накопительный эффект маловодности половодий. Так, в 2001 году площадь затопления ВАП составляла 51%, а в 2016 году – 48%. Оба года близки по величине максимального расхода (28 тыс. м<sup>3</sup>/с в 2001 г. и 27,5 тыс. м<sup>3</sup>/с в 2016 г.), но в 2001 г. «пиковая полка» длилась 10 суток, тогда как в 2016 г. – 25. По объему воды, прошедшей через створ Волжской ГЭС в период «пиковой полки» половодье 2016 года значительно превосходит половодье 2001 года. Однако, сразу после окончания полки процент затопления ВАП в 2016 г. оказался немного ниже, чем в 2001 г. Это может объясняться как кумулятивным эффектом маловодности половодий (2016 году предшествовала череда крайне низких по водности лет), так и

антропогенным преобразованием территории поймы: строительство глухих плотин, дорог и других линейных сооружений, препятствующих стоку воды.



**Рис. 1.** График площадей затопления ВАП (в процентах от общей площади) с 1976 по 2020 гг.

Отдельно стоит отметить 2020 год с короткой «пиковой полкой» длительностью 5 суток при расходе 25 тыс. м<sup>3</sup>/с и крайне длинной «рыбной полкой» – 54 суток при расходах 16-21 тыс. м<sup>3</sup>/с. Было проанализировано 2 космоснимка, относящихся соответственно к началу и середине «рыбной полки» – 29.04.2020 г. и 31.05.2020 г. За месяц площадь затопления ВАП практически не изменилась (25,5% в начале и 27,0% в середине полки). Таким образом, при низких расходах даже длительный спецпуск значительно не увеличивает площадь затопления поймы. Полезнее было бы продлить «пиковую полку» на 7-10 дней и увеличить максимальный расход. Объем сбрасываемой воды остался бы тем же, но она бы пошла на наполнение водных объектов верхней части поймы. Так, на космоснимках ниже (рис. 2) можно наглядно увидеть разницу между площадью затопления ВАП в 1988 и 2020 гг. В 1988 г. «пиковая полка» была короткой (5 суток), но при расходах 28 тыс. м<sup>3</sup>/с, 2020 г. показывает затопление ВАП на 40-й день «рыбной полки», реализованной при расходах 17-21 тыс. м<sup>3</sup>/с.



**Рис. 2.** а) снимок Landsat TM (07.05.1988 г.), б) снимок Landsat OLI (31.05.2021 г.)

Ретроспективный анализ водности половодий ВАП по космоснимкам показал снижение водности половодий с 1976 по 2020 гг. Уменьшение площадей затопления ВАП даже при высоких расходах и продолжительной «пиковой полке» объясняется кумулятивным эффектом маловодности половодий и антропогенным преобразованием территории поймы.

#### Список литературы

Катаев М.Ю., Бекеров А.А. 2017. Методика обнаружения водных объектов по многоспектральным спутниковым измерениям. Доклады ТУСУР 4: 105-108. DOI: 10.21293/1818-0442-2017-20-4-105-108

## Методические особенности изучения влияния форелевого хозяйства на экосистему высокопроточного озера Забельское (Псковская область)

*О.В. Бунеева, Д.Н. Судницына, Е.А. Афанасьев*

Псковский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Псков

E-mail: [buneeva.oles.2@yandex.ru](mailto:buneeva.oles.2@yandex.ru)

**Аннотация:** Приведены результаты исследований влияния форелевого хозяйства на экосистему небольшого (128 га) высокопроточного (смена воды до 19,3 раза в год) озера. Выявлены: снос органических веществ и планктонной биоты вдоль продольной оси озёрной котловины, недостаточная достоверность общепринятых гидрохимических показателей для определения экологического состояния водоёма и приоритет фитопланктона, его структурных показателей и интенсивности фотосинтеза, а также необходимость корректировки методики отбора проб. Высокая проточность смягчает эвтрофирующее воздействие рыбоводного хозяйства в изученном озере, но может способствовать загрязнению другого водоёма (Чудского озера).

**Ключевые слова:** форелеводство, высокопроточное озеро, фитопланктон

Истощение запасов промысловых рыб в естественных водоёмах, большой спрос на рыбную продукцию способствуют в настоящее время увеличению числа рыбоводных хозяйств на озёрах всего Северо-Запада и в нашей области. Преобладают здесь хозяйства, выращивающие товарную рыбу в садках. Создание рыбоводного хозяйства «равносильно вводу в действие маленькой фабрики или завода», поэтому всегда существует риск ухудшения экологического состояния водоёма (Китаев и др., 2006).

Для оценки влияния аквакультуры на экосистему водоёма необходимо периодическое комплексное обследование. Методические аспекты мониторинга (число станций, индикаторы, периодичность обследования и др.) находятся в стадии разработки. Поэтому для верификации методики организации мониторинга в нашей области в качестве модельного объекта было выбрано оз. Забельское, на котором в 2008 г. началось коммерческое садковое выращивание товарной форели мощностью 50 т.

Оз. Забельское расположено в малонаселённой лесной местности Гдовского района в северной части Псковской области. На территории водосбора оз. Забельского фактически отсутствуют внешние антропогенные источники его загрязнения, кроме самого рыбоводного хозяйства. Помимо того, для данного водоёма имеются архивные материалы его лимнологических исследований специалистами Псковского отделения ГосНИОРХ на протяжении нескольких предшествующих лет, в том числе до начала хозяйственной деятельности рыбоводного хозяйства.

В морфологическом отношении озеро представляет собой небольшой водоём (площадью 128 га) с мелководной котловиной (максимальная глубина 5,4 м), вытянутой в меридиональном направлении на 3,4 км при максимальной ширине всего 0,6 км. Несмотря на мелководность, оз. Забельское в результате гидрологических особенностей (высокой проточности (по многолетним данным полная смена воды происходит до 19,3 раза в год) и холодноводности двух притоков (река Белка, приток реки Желчи, впадающей в Чудско-Псковское озеро, и ручей Студёнка), с летними температурами воды в пределах 12-15 °С) является экологически благоприятным водоёмом для садкового форелеводства.

Влияние садкового хозяйства обычно регистрируется в пределах зон размещения садков (не далее 500 м) на 1 или 2-х станциях (Смирнов, 2008; Рыжков и др., 2006; Экологический справочник, 2012 и др.). Первое комплексное обследование озера было проведено в 2012 г. на двух станциях и только летом. Результаты показали, что для оценки

влияния рыбоводного хозяйства на экосистему такого проточного озера, как Забельское, двух станций недостаточно. В 2019 г. пробы уже отбирали на 5 станциях и по сезонам.

Исследования 2019 г., расширенные по акватории оз. Забельское, позволили выявить своеобразный «шлейф» сноса органических взвесей и планктонной биоты вдоль продольной оси озёрной котловины в соответствии с основным потоком поступающих речных вод. Кроме того, оказалось, что содержание кислорода, растворённого в воде в районе рыбоводного хозяйства и в других участках водоёма, как наиболее распространённый гидрохимический признак экологического неблагополучия, для подобной оценки антропогенного воздействия на оз. Забельское не применим.

Достоверностью в этом плане не отличались и другие гидрохимические показатели, включая такой объективный экологический показатель органического загрязнения, как БПК<sub>5</sub>. В частности, в летне-осенний период 2019 г. на акватории оз. Забельское отмечалось преобладающее смещение наибольших значений БПК<sub>5</sub> по направлению основного транзитного гидрологического потока.

Трофические условия и качество воды в водоёме хорошо отражают показатели количественного развития планктонных сообществ гидробионтов, особенно структурные и продукционные характеристики фитопланктона.

Материал для исследований фитопланктона был собран на 5 станциях по сезонам в 2019 и 2021 гг. и обработан в соответствии с общепринятыми в гидробиологической практике методами (Руководство..., 1992). После концентрации осадочным методом пробы фитопланктона просчитывали в камере Нажотта объемом 0,02 мл. Биомассу определяли общепринятым счетно-объемным методом. При определении видов и составлении систематического списка использовали «Определитель пресноводных водорослей СССР» (1951-1986), «Візначник прісноводних водоростей Української РСР» (1953-1986) и др. Названия таксонов даны с учётом современных ревизий.

Состав сообщества планктонных водорослей оз. Забельское оказался довольно разнообразным. За два года исследований было выявлено 119 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 8 высшим таксонам: сине-зелёные (*Cyanoprokaryota*) – 11 (9,2%), эвгленовые (*Euglenophyta*) – 26 (21,8%), криптофитовые (*Cryptophyta*) – 2 (1,7%), динофитовые (*Dinophyta*) – 4 (3,4%), золотистые (*Chrysophyceae*) – 4 (3,4%), диатомовые (*Bacillariophyceae*) – 36 (30,2%), зелёные (*Chlorophyta*) – 34 (28,6%), жёлто-зелёные (*Xanthophyceae*) – 2 (1,7%).

Первые три места по числу видов занимали в составе фитопланктона диатомовые (30,2%), зелёные (28,6%) и эвгленовые водоросли (21,8%). Специфику планктонного сообщества озера подчёркивает последняя группа, т.к. среди преобладающих в фитопланктоне озёр Псковской области эвгленовые водоросли встречаются очень редко, обычно на третьем месте сине-зелёные водоросли (Судницына, 2012). По литературным данным (Попова, 1966), эвгленовые водоросли в большинстве своём выделяются миксотрофным типом питания и наличием индикаторов вод высокой степени сапробности.

Главную роль в формировании общей биомассы фитопланктона во все сезоны и годы и почти на всех станциях играли диатомовые водоросли: 27-70% в 2019 г. и 32-77% в 2021 г). Структурообразующие диатомовые: виды родов *Cyclotella* и *Aulacoseira*.

Роль эвгленовых водорослей наиболее заметна была весной и осенью 2020 г. на удалённых от садков станциях: до 77 и 75% общей биомассы, соответственно.

Наиболее благоприятным по климатическим показателям для развития планктонных водорослей оказался 2019 г. В летний период этого года в озере по биомассе выделялись сине-зелёные водоросли - 26-56% (доминант *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs ex Born. et Flah.), а также динофитовые - до 29% общей биомассы (доминант *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Schrank). В 2021 г. доля сине-зелёных водорослей в общей биомассе не превышала 37 % (доминант *Anabaena planctonica* (Brunnth.)). Как и в 2019 г., сосредоточены были в массе сине-зелёные водоросли на удалённых от садков станциях.

Следует отметить, что около садков обычно фитопланктон отличался разнообразием жгутиковых водорослей из отделов эвгленовые, динофитовые, золотистые, зелёные

(*Chlamydomonas*), способных к смешанному питанию. Последнее обстоятельство может служить косвенным доказательством обилия в воде органических веществ, которые утилизируются непосредственно около садков, и благодаря высокой проточности озера Забельского перемешаются по акватории. Этим можно объяснить высокие количественные показатели развития сообщества планктонных водорослей (особенно в конце вегетационного сезона) на удалённых от садков станциях (Таблица).

**Таблица.** Уровни биомассы фитопланктона (г/м<sup>3</sup>) и распространение их по озеру по сезонам и годам

Станции	2019 г.			2021 г.		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень
1	0,92	5,25	1,35	0,74	2,55	7,65
2	2,13	2,44	0,60	0,92	2,72	5,72
3	3,46	5,16	1,49	-	-	-
4	2,95	-	-	1,30	6,14	4,16
5	1,62	3,92	2,60	1,62	4,49	7,08
8	-	3,15	1,09	1,98	5,88	5,02

Непосредственное определение интенсивности фотосинтеза и деструкции фитопланктона, сопоставление данных с аналогичными материалами 1983, 2010 и 2012 гг. дают основания предположить, что экологическим свидетельством антропогенной эвтрофикации данного водоёма могут быть показатели интенсивности фотосинтеза планктона. Так, в предшествующие годы валовая первичная продукция планктона в поверхностных слоях оз. Забельское колебалась в пределах 0,7-1,4 мгО/л в сутки, а в 2019 г. она достигла 1,6-1,9 мгО/л в сутки. При этом, максимальные значения фотосинтетической активности фитопланктона наблюдались именно в районе рыбоводных садков.

Таким образом, действующее садковое рыбоводное хозяйство оказывает эвтрофирующее воздействие на экосистему оз. Забельское, но со значительным смягчением отрицательных экологических последствий в результате его интенсивной проточности. Если же учесть, что транзитные загрязнённые воды оз. Забельское попадают в р. Желча, которая, в свою очередь, является одним из основных притоков Чудского озера, то, в конечном итоге, его рыбоводная интенсификация неизбежно будет способствовать нежелательному повышению эвтрофикации данного наиболее ценного в рыбохозяйственном отношении водоёма Псковской области.

### Список литературы

Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. 2006. Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 40 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В.А. Абакумов и др. СПб. 1992. 220 с.

Рыжков Л.П., Дзюбук И.М., Горохов А.В. и др. 2011. Состояние водной среды и биоты при функционировании садковых форелевых хозяйств. Водные ресурсы 38 (2): 239-247.

Смирнов Ю.А. 2008. Экологические проблемы форелеводства и способы их решения. Водная среда: комплексный подход к изучению, охране и использованию. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН: 43-49.

Судницына Д.Н. 2012. Альгофлора водоёмов Псковской области. Псков, 223 с.

Экологический справочник для рыбоводной промышленности Северо-Запада России / Т. Киуру, Й. Виелма, Ю.-П. Туркка и др. Helsinki, Nykypaino, 2013. 109 с.



## Основные биологические и промысловые показатели преднерестовой сельди при траловом промысле в апреле 2020-2021 гг. в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря

*Ф.А. Бурлак<sup>1</sup>, О.В. Прикоки<sup>1</sup>, А.А.Смирнов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), г. Магадан

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва; Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), г. Магадан

E-mail: [ozzy38@yandex.ru](mailto:ozzy38@yandex.ru), [andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru)

**Аннотация.** На основе материалов, собранных в 2020-2021 гг., рассматриваются биологические показатели и характеристики уловов преднерестовой гижигинско-камчатской сельди в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря. Показана необходимость дальнейшего мониторинга.

**Ключевые слова:** сельдь, длина тела, масса, пол, доля самок, улов, судосутки, траление.

В морях Дальнего Востока, после минтая, доля которого в общем вылове за последние десятилетия составляет 55%, и тихоокеанских лососей, доля которых колеблется около 13%, сельдь занимает третье место, в среднем ее доля в общем вылове – 11% (Антонов, Кузнецова, 2021).

В северо-восточной части Охотского моря, в Западно-Камчатской (далее – ЗК) рыбопромысловой подзоне, обитает второе по запасам, после охотской сельди, стадо – гижигинско-камчатская сельдь (Науменко, 2001; Смирнов, 2014).

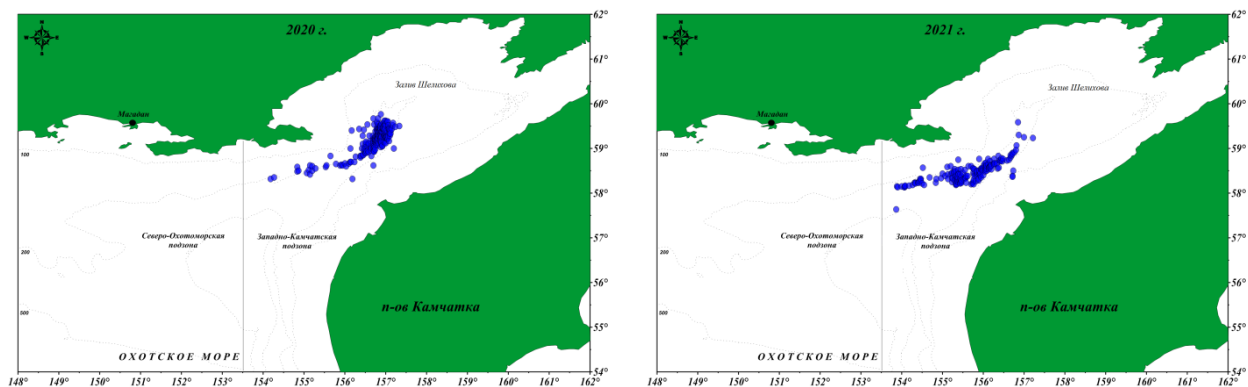
В последние годы преобладающая часть объема допустимого улова (ОДУ) этой сельди осваивается в апреле, в устье залива Шелихова, на преднерестовых скоплениях (Овчинников и др., 2018; Смирнов и др., 2020).

Для рационального использования запасов сельди, необходимо регулярно проводить мониторинг ее биологического состояния и промысловых показателей работы рыбодобывающего флота.

Основой для настоящей работы послужили биологические материалы по сельди, собранные в апреле 2020-2021 гг. первым автором настоящего сообщения из уловов судов в зал. Шелихова. Кроме того, на основании 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), мы проанализировали ход промысла сельди в ЗК Охотского моря в апреле 2020-2021 гг.

Флот в ЗК приступил к промыслу с 15 апреля, т.к. с 1 января по 14 апреля, соответственно действующих «Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утвержденных приказом Минсельхоза России от 23.05.2019 г. № 267, с изменениями и дополнениями от 20.07. 2020 г., исключительной экономической зоне (ИЭЗ) РФ запрещается специализированный промысел сельди тихоокеанской в Западно-Камчатской подзоне (пп. 28.2 б и ж).

При сравнении районов работы флота на промысле сельди в устье залива Шелихова в апреле 2020-2021 гг. (рисунок), видно, что в 2021 г., ввиду более сложной ледовой обстановки, суда работали несколько южнее, чем в 2020 г., при этом их количество увеличилось с 19 до 22 единиц.



**Рисунок.** Распределение судов на промысле сельди в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря (устье залива Шелихова) в апреле 2020-2021 гг.

В 2020 г. флотом в сутки вылавливалось от 0,3 до 3,5 тыс. т, в среднем – 2,4 тыс. т. Средний улов на судосутки составлял 153,9 т, на траление – 51,0 т. В 2021 г. в сутки вылавливалось от 0,05 до 4,4 тыс. т, в среднем – 1,9 тыс. т. Средний улов на судосутки составлял 156,3 т, на траление – 56,5 т. Таким образом, промысловые показатели в 2021 г. несколько выросли, по сравнению с 2020 г., при этом количество судосуток уменьшилось – с 248 до 190.

Всего за апрель в 2020 г. в устье залива Шелихова было добыто 38,3 тыс. т (85,3% от ОДУ), в 2021 г. – 29,6 тыс. т сельди (90,1% от ОДУ) (Смирнов и др., 2021).

Размерный ряд преднерестовой гижигинско-камчатской сельди, по нашим данным (табл. 1) в период 2020 гг. колебался от 22 до 37,2 см (по АС), а в 2021 г. размах колебаний был меньше: от 20,2 до 33 см. Средняя длина тела в 2021 г., по сравнению с 2020 г., несколько снизилась, с 29,0 до 28,1 см.

Соотношение тех или иных размерных групп рыб в популяции также изменилось: в 2021 г., по сравнению с 2020 гг., доля малоразмерных особей (менее 25,5 см по Смитту) почти не изменилась – 7,3 и 6,3% соответственно, количество рыб среднего размера возросло, с 54,1% до 74,8%, а доля крупноразмерных рыб (более 29,5 см по Смитту) уменьшилась с 39,6% до 17,9% (табл. 1). Модальный размерный класс не изменился – 27,6-28,5 см.

Показатели массы тела при сравнении по рассматриваемым годам изменялись следующим образом: в 2021 г. доля мелких особей (до 160 г) снизилась с 11,1 % до 6,9%, количество особей со средней массой тела (161–280 г) увеличилось, с 63,9% до 75,7%, доля крупных рыб (более 280 г) уменьшилась (с 25% до 17,4%). Модальный класс по массе тела не изменился – 201-240 г. Средняя масса тела сельди также не изменилась и составила 238 г (табл. 2).

В 2020 г. доля рыб на III стадии зрелости гонад составляла 10,9%, на IV – 89,1%. В 2021 г. на III стадии зрелости гонад было 5,8% особей сельди, на III - IV – 26,5%, на IV – 64,7%.

Возрастание доли самцов в популяции может показывать ее неблагополучное состояние, по нашим данным, в 2020-2021 гг. в преднерестовых скоплениях гижигинско-камчатской сельди доминировали самки: в 2020 г. их доля составляла 50,1%, в 2021 г. – 51,7%.

В связи с тем, что ежегодный промысел преднерестовой гижигинско-камчатской сельди, вероятно, будет продолжен и в дальнейшем, считаем необходимым продолжить мониторинг биологического состояния и уловов этой сельди.



**Таблица 1.** Вариационные ряды длины тела по Смитту преднерестовых скоплений гижигинско-камчатской сельди в 2020 и 2021 гг., %

Годы	Длина тела АС, см																	Среднее значение, см	
	19,6 – 20,5	20,6 – 21,5	21,6 – 22,5	22,6 – 23,5	23,6 – 24,5	24,6 – 25,5	25,6 – 26,5	26,6 – 27,5	27,6 – 28,5	28,6 – 29,5	29,6 – 30,5	30,6 – 31,5	31,6 – 32,5	32,6 – 33,5	33,6 – 34,5	34,6 – 35,5	35,6 – 36,5		36,6 – 37,5
2020			0,1	0,7	1,4	4,1	9,3	12,4	18,2	14,2	15,0	9,0	6,2	3,8	3,1	2,0	0,3	0,2	29,0
2021	0,1	0,4	0,5	1,0	2,6	2,7	6,3	17,8	31,4	19,3	9,1	4,9	3,4	0,5					28,1

**Таблица 2.** Вариационные ряды массы тела преднерестовых скоплений гижигинско-камчатской сельди в 2020 и 2021 гг., %

Годы	Масса тела, г											Среднее значение, г
	41-80	81-120	121-160	161-200	201-240	241-280	281-320	321-360	361-400	401-440	441-480	
2020		1,9	9,2	19,3	25,4	19,2	12,2	8,0	3,6	1,1	0,1	238
2021	0,1	1,8	5,0	10,3	37,4	28,0	12,3	3,9	1,1	-	0,1	238

#### Список литературы

Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н. 2021. Динамика вылова основных промысловых видов рыб в морях Дальнего Востока. Рыбное хозяйство 1: 34-41.

Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 330 с.

Овчинников В.В., Смирнов А.А., Омельченко Ю.В., Елатинцева Ю.А. 2018. Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2018 г. в северной части Охотского моря. Рыбное хозяйство 4: 56-60.

Смирнов А.А. 2014. Биология, распределение и состояние запасов гижигинско-камчатской сельди. Магадан. МагаданНИРО, 170 с.

Смирнов А.А., Омельченко Ю.В., Семенов Ю.К., Елатинцева Ю.А., Ткаченко А.А. 2020. Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2020 г. в северной части Охотского моря. Рыбное хозяйство 5: 62-66.

Смирнов А.А., Омельченко Ю.В., Семенов Ю.К., Елатинцева Ю.А. 2021. Особенности промысла тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) в январе-апреле 2021 г. в северной части Охотского моря. Рыбное хозяйство 4: 38-43.

## Исследование информативности STR-маркеров при создании тест-системы для рутинного тестирования стерляди

Волкова В.В.<sup>1</sup>, Харзинова В.Р.<sup>1</sup>, Шишанов Г.А.<sup>1</sup>, Шишанова Е.И.<sup>2</sup>, Зиновьева Н.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ФИЦ ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»,

<sup>2</sup>ВНИИР - филиал ФГБНУ «ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста»

E-mail: [moonlit\\_elf@mail.ru](mailto:moonlit_elf@mail.ru)

**Аннотация.** Использование генетических технологий позволяет дать оценку племенных ресурсов осетровых рыб, включая стерлядь (*Acipenser ruthenus*), и предложить стратегию интеграции генетических методов в селекцию с целью улучшения качественных и количественных характеристик продукции аквакультуры. Тест-системы должны характеризоваться высокой информативностью, однозначностью в интерпретации результатов, универсальностью и низкой себестоимостью. Отобранный нами набор микросателлитных маркеров позволят разработать тест-систему для рутинного применения в целях подтверждения происхождения стерляди, а также оценки генетического разнообразия.

**Ключевые слова:** STR, стерлядь, аквакультура

Стерлядь (*Acipenser ruthenus*) – рыба семейства пресноводных осетровых, относящаяся к группе осетров бассейна Атлантического океана. Осетровые являются ценными в хозяйственном отношении рыбами. В настоящее время все осетровые находятся на грани исчезновения, в связи с чем их промышленный лов полностью прекращен. Вместе с тем, осетровые, в частности, стерлядь, находят широкое применение в аквакультуре с целью получения товарной продукции.

Использование ДНК-маркеров позволяет оценить генетическое разнообразие, определить уровень инбридинга, проанализировать генетическую структуру и чистоту популяций, а также подтвердить достоверность происхождения. Тест-системы, предназначенные для рутинного применения, должны характеризоваться высокой информативностью, однозначностью в интерпретации результатов, универсальностью и низкой себестоимостью. В тоже время, во многих работах описано тетрасомное, редуцированное (дуплицированное дисомное) и октасомное наследование для различных видов осетровых (Ludwig et al., 2001; Pyatskowitz et al., 2001; Fopp-Bayat, 2008; Havelka et al., 2013; Барминцева А.Е., 2018). Однако, Jenneckens с соавторами (2001) показал дисомное наследование локусов у стерляди.

Цель нашей работы – исследование информативности микросателлитных маркеров для создания тест-системы рутинного применения на основе отечественных флуоресцентных меток для проведения генетического мониторинга популяций стерляди в аквакультуре.

Оценка информативности микросателлитных маркеров проводилась на 75 особях стерляди, принадлежащих к двум популяциям, разводимым на территории Московской области.

Выбор микросателлитных маркеров для исследования был основан на анализе статей по данной тематике зарубежных и отечественных авторов (Kohlmann et al., 2017; Welsh, May, 2006; Barmintseva, Mogue, 2013). В результате были отобраны 15 локусов: AfuG 9, AfuG 63, AfuG 74, AfuG 112, AfuG 122, Afu 68 b, LS-39, Spl-163, An20, AfuG 51, Aru13, AoxD161, AfuG 41, Aru18 и LS-68, объединенных в три тестовые мультиплексные панели. В качестве флуоресцентных меток выбраны красители FAM и R6G с низкой стоимостью синтеза. Оптимизация протокола ПЦР амплификации была произведена с использованием функции градиент. Детекция фрагментов выполнена на генетическом анализаторе ABI3130xl (Applied Biosystems, США). В процессе отработки 3 маркера (AfuG 9, AfuG 74, AfuG 122) не вошли в итоговые тестовые панели в виду отсутствия стабильной амплификации.

При помощи тестовых панелей были определены диапазоны выбранных локусов (табл. 1) и оценено генетическое и аллельное разнообразие.

**Таблица 1.** Сравнение литературных данных с полученными результатами

Локус	Краситель	Диапазон по литературным данным	Температурный режим по литературным данным	Фактический диапазон	Фактический температурный режим
AfuG 63	6-FAM	127-147**	52**	133-143	60
AfuG 112	6-FAM	240-268**	52**	193-283	60
Afu 68 b	R6G	153-197**	52**	139-209	60
LS-39	6-FAM	117-132*	57*	124-132	60
Spl-163	6-FAM	172-220*	57*	170-230	60
An20	R6G	152-178* 129-193***	57*	150-208	60
AfuG 51	R6G	223-247* 204-312***	57*	225-261	60
Aru13	6-FAM	87-135*	60*	90-138	60
AoxD1 61	6-FAM	106-130* 86-154***	60*	102-138	60
AfuG 41	6-FAM	193-261* 173-225***	60*	200-266	60
Aru18	R6G	135-145*	60*	139-153	60
LS-68	R6G	174-238*	60*	162-234	60

\* - K. Kohlmann et al., 2017; \*\* - A. Welsh and B. May, 2006; \*\*\* - A.E. Barmintseva and N.S. Muge, 2013

Основные статистические показатели, позволяющие оценить полиморфизм выбранных локусов в изучаемой популяции стерляди, представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Характеристика локусов изучаемой выборки стерляди

Локус	Na	Ne	Ho	He	Fis
Aru13	11	5,072	0,840	0,803	-0,046
Spl-163	11	7,188	0,827	0,861	0,040
An20	10	2,931	0,600	0,659	0,089
LS-68	15	5,716	0,853	0,825	-0,034
AoxD161	7	3,328	0,667	0,700	0,047
AfuG 41	11	7,014	0,667	0,857	0,222
Afu 68 b	15	6,048	0,853	0,835	-0,022
AfuG 51	7	1,559	0,387	0,358	-0,079
LS-39	2	1,913	0,493	0,477	-0,034
AfuG 63	2	1,220	0,173	0,180	0,037
AfuG 112	13	6,814	0,813	0,853	0,047
Aru18	4	1,146	0,133	0,127	-0,047

\*Na – число аллелей на локус; Ne – эффективное число аллелей на локус; Ho – наблюдаемая гетерозиготность; He – ожидаемая гетерозиготность; Fis – индекс фиксации.

Из данных таблицы 2 видно, что нами были обнаружены не полиморфные, для изучаемой выборки, локусы. Шесть локусов характеризовались дефицитом гетерозигот.

Таким образом, нами выявлены оптимальные микросателлитные маркеры для создания тест-системы и определены их диапазоны для исследованной выборки стерляди. Дальнейшая работа подразумевает моделирование и отработку данной тест-системы для рутинного применения для подтверждения происхождения стерляди, а также оценки генетического разнообразия.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 21-66-00007.

### Список литературы

Барминцева А.Е. 2018. Филогеография и внутривидовой генетический полиморфизм сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt, 1869 в природе и аквакультуре. Генетика 54 (2): 216-223.

Barmintseva A.E., Mogue N.S. 2013. The use of microsatellite loci for identification of sturgeon species (Acipenseridae) and hybrid forms. Russian Journal of Genetics 49 (9): 950–961

Fopp-Bayat D. 2008. Inheritance of microsatellite loci in polyploid Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) based on uniparental haploids. Aquaculture Research 39: 1787–1792.

Jenneckens I., Meyer J.-N., Hörstgen-Schwark G., May B., Debus L., Wedekind H., Ludwig A. 2001. A fixed allele at microsatellite locus LS-39 exhibiting species-specificity for the black caviar producer *Acipenser stellatus*. J. Appl. Ichtiol. 17: 39-42

Havelka M., Hulák M., Bailie D.A., Prodöhl P.A., Flajšhans M. 2013. Extensive genome duplications in sturgeons: new evidence from microsatellite data. J. Appl. Ichthyol. 29 (4): 704–708.

Kohlmann Klaus, Kersten Petra, Geßner Jörn, Onářá Dalia, Taflan Elena, Suciú Radu. 2017. New microsatellite multiplex PCR sets for genetic studies of the sterlet sturgeon *Acipenser ruthenus*. Environmental Biotechnology 13 (1): 11-17. DOI: 10.14799/ebms285

Ludwig A., Belfiore N.M., Pitra C., Svirsky V., Jenneckens I. 2001. Genome duplication events and functional reduction of ploidy levels in sturgeon (*Acipenser*, *Huso* and *Scaphirhynchus*). Genetics 158: 1203–1215.

Pyatskowitz J.D., Krueger C.C., Kincaid H.L., May B. 2001. Inheritance of microsatellite loci in the polyploid lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). Genome 44 (2): 185-191

Welsh A., May B. 2006. Development and standardization of disomic microsatellite markers for lake sturgeon genetic studies. Journal of Applied Ichthyology 22 (5): 337–344. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00814.x

## Совершенствование методических подходов к разработке региональных ПДК

*О.В. Воробьева<sup>1,2</sup>, Е.В. Оганесова<sup>1,2</sup>, Л.А.Духова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

<sup>2</sup>Центральный аппарат ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: olvorobieva@rambler.ru

**Аннотация:** Представлены новые методические подходы к разработке региональных нормативов качества воды водоемов рыбохозяйственного значения для веществ двойного генезиса, поступающих в водные объекты в результате как антропогенных, так и природных процессов в случае, когда их повышенное содержание в воде обусловлено природными факторами. В их основу положены критерии выбора воды водного объекта для контрольных испытаний на тест-объектах, а также критерии отказа от разработки нормативов. Обязательным требованием должны стать мониторинговые исследования водоема, выбранного в качестве источника воды для контрольных испытаний.

**Ключевые слова:** предельно-допустимые концентрации (ПДК<sub>р/х</sub>), региональные (территориальные) нормативы качества воды.

Одним из важнейших вопросов экологии является оценка состояния объектов окружающей среды для их защиты и сохранения. Система рыбохозяйственных нормативов является одной из составляющих оценки и нормирования потенциальной экологической опасности веществ и материалов в воде водных объектов, существующей в РФ на сегодняшний день. Основными нормативами качества воды водоемов рыбохозяйственного значения, определяющими допустимое содержание потенциально токсичных веществ, являются предельно-допустимые концентрации (ПДК<sub>р/х</sub>) (Приказ Минсельхоза № 552).

Под ПДК<sub>р/х</sub> понимают максимально допустимую концентрацию вещества, при которой в водном объекте не возникают последствия, снижающие его рыбохозяйственную ценность. Экспериментальная разработка ПДК<sub>р/х</sub> веществ - система комплексных (токсикологических, гидрохимических, органолептических) испытаний с использованием представителей всех групп гидробионтов от бактерий до рыб, а также разных экологических форм (планктон, нектон, бентос). Все исследования проводят в стандартизованных лабораторных условиях, приближенных к оптимальным для каждого тест-организма.

Существенным недостатком существующей системы ПДК<sub>р/х</sub> является распространение установленных нормативов на всю территорию страны, без учета региональных природных особенностей водных объектов. В настоящее время актуален вопрос учета реально существующих территориальных природных неоднородностей химического состава поверхностных вод, обусловленных природными факторами (Мусухина, 2001; Левич и др., 2004; Чеботарев и др., 2012, Воробьева и др., 2019).

Согласно действующим Методическим указаниям по разработке ПДК (Приказ Росрыболовства № 695) региональные ПДК<sub>р/х</sub> устанавливаются для веществ двойного генезиса для тех регионов, где доказано их повышенное или пониженное содержание в естественных, антропогенно незагрязненных, условиях. При проведении исследований в качестве среды для культивирования гидробионтов в этом случае предполагается использовать воду из водного объекта исследуемого региона, не подвергающегося антропогенному загрязнению.

Одной из сложностей, возникающей при разработке региональных нормативов, является выбор такого водного объекта и отсутствие критериев его выбора. Вода данного

водного объекта должна использоваться для культивирования тест-объектов и служить эталоном (контролем) при проведении токсикологических испытаний. В Методических указаниях отсутствуют критерии выбора источника воды для контрольных испытаний, мест и сроков отбора воды.

На основе имеющегося опыта разработки региональных ПДК<sub>р/х</sub>, эталонный водный объект, на воде которого будут проводиться испытания, предлагается выбирать с учетом карты техногенного загрязнения района. Недопустимо в качестве ЭВО использовать водные объекты, с непосредственным сбросом стока предприятий или водные объекты, косвенно подвергшиеся антропогенному загрязнению. Предлагается в качестве ЭВО выбирать водный объект, входящий в государственный водный реестр и имеющий рыбохозяйственную характеристику. В связи с тем, что на токсичность загрязняющего вещества значительное влияние оказывают гидрохимические характеристики, такие как минерализация и общая жесткость, ЭВО должен выбираться с учетом сходства по типу питания и химическому составу воды с водными объектами, для которых разрабатываются региональные ПДК<sub>р/х</sub>.

С целью доказательства природного сходства объектов анализ литературных данных и данных Росгидромета, должен быть дополнен полевыми наблюдениями в ЭВО длительностью не менее 1 года во все характерные гидрологические сезоны, включающими так и гидрохимические исследования. Мониторингу должны подвергаться нормируемое вещество, а также интегральные показатели качества воды - растворенный в воде кислород, рН, БПК<sub>5</sub>, ХПК (или органический углерод), нитритный, нитратный и аммонийный азот, железо, медь, хлориды, сульфаты, фосфатный фосфор, общая жесткость и минерализация.

Предлагается уточнить критерий аномальности естественного уровня и разрабатывать региональные нормативы для тех веществ двойного генезиса, у которых средние или средневзвешенные за год значения концентраций в воде в ЭВО превышают федеральные ПДК<sub>р/х</sub>.

Второй сложностью, возникающей при разработке региональных ПДК<sub>р/х</sub>, является отсутствие критериев отказа от разработки норматива. В качестве таких критериев предлагается:

- в случае отсутствия антропогенного незагрязненного ВО норматив не разрабатывается;

- перед проведением испытаний все культуры гидробионтов должны пройти процедуру адаптации к воде из исследуемого региона. Предложены критерии адаптации. В случае несоблюдения хотя бы одного из критериев норматив не разрабатывается.

Критериями адаптации являются:

- гибель гидробионтов в контроле при проведении хронического опыта не превышает 10%;

- значения физиологической чувствительности тест-объектов к стандартному токсиканту (ЛК<sub>50</sub>, ЭК<sub>50</sub>), укладываются в рекомендованные методикой диапазоны;

- значения морфо-физиологических параметров (выживаемость, плодовитость, увеличение численности клеток и др.), укладываются в рекомендованные методикой нормы.

Для получения надежных результатов минимальный перечень проведенных испытаний должен включать оценку токсичности исследуемого вещества для представителей фито- и зоопланктона, рыб, а также санитарных показателей водной среды.

### Список литературы

Воробьева О.В., Филенко О.Ф., Медянкина М.В., Оганесова Е.В. Разработка региональных ПДК для воды водных объектов рыбохозяйственного значения в журнале Экология производства, издательство Отраслевые ведомости (М.), № 11, с. 32-37

Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. 2004. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. М.: НИИ-Природа, 271 с.

Мусихина Т.А. 2001. Региональные нормативы содержания химических элементов в поверхностных водах. Экология и промышленность России 5: 26–28.

Приказ Минсельхоза от 13 декабря 2016 года (с изменениями на 10 марта 2020 года) № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Приказ Росрыболовства от 4 августа 2009 года № 695 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»

Чеботарев Г.Н., Моисеенко Т.И., Бородач М.В. 2012. Обоснование региональных нормативов качества вод и правовых механизмов их установления на уровне субъектов Российской Федерации. Вестник Тюменского государственного университета 12, 227-237.

## Особенности пространственного распределения хлорофилла «а» по данным трансарктической экспедиции НИС «Профессор Леванидов» 2019 года

*Воробьёва О.В.<sup>1,2</sup>, Кивва К.К.<sup>1</sup>, Орлова С.Ю.<sup>1</sup>, Педченко А.П.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

<sup>2</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

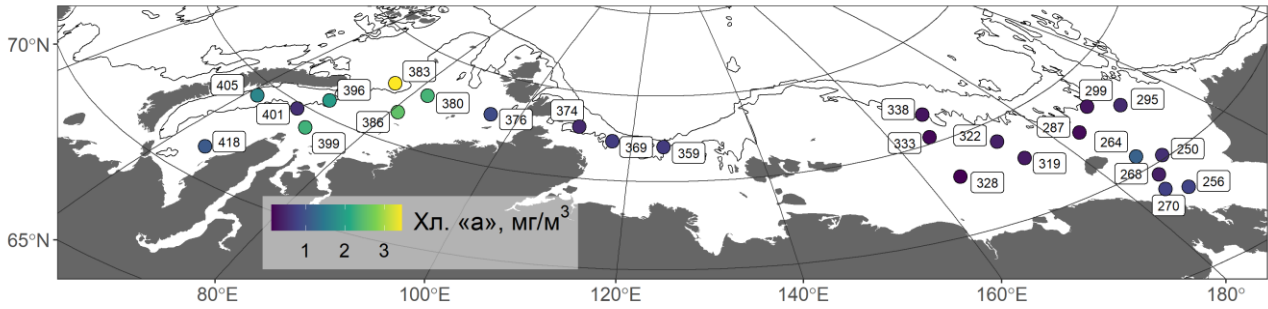
**Аннотация:** представлены данные по распределению хлорофилла «а», полученные в ходе трансарктической экспедиции НИС «Профессор Леванидов» в августе-октябре 2019 г. в Чукотском, Восточно-Сибирском, Лаптевых и Карском морях. В Чукотском море максимум хлорофилла располагался на горизонтах 11-27 м и составлял в среднем 1,1 мкг/л, в Восточно-Сибирском море – на горизонтах 7-30 м (среднее 1,1, медиана 0,6 мкг/л), в море Лаптевых – на горизонтах 21-30 (среднее 0,81 мг/л). В Карском море максимум хлорофилла был приурочен к поверхностному горизонту, или располагался в верхнем 10-метровом слое, максимальные значения составляли в среднем 1,92 мкг/л. Максимальные значения концентрации хлорофилла «а» часто располагались в слое скачка плотности, ниже горизонта максимального градиента плотности и были приурочены к солености 30 е.п.с.

**Ключевые слова:** хлорофилл, феофитин, Карское море, Чукотское море, Восточно-Сибирское море, море Лаптевых

Фитопланктон является основным продуцентом органического вещества и важным звеном в трофических цепях сообществ Мирового океана. В его пигментном составе выделяют хлорофиллы «а», «b», «с», каротиноиды и фикобилины. Основную роль в фотосинтезе играет хлорофилл «а», так как другие пигменты лишь передают поглощенную ими энергию хлорофиллу «а». Концентрация хлорофилла «а» позволяет оценить биомассу и продукционные характеристики фитопланктона, а также рассчитать величины первичной продукции. При этом важно исследовать не только концентрацию хлорофилла в поверхностном слое, но и его вертикальное распределение, поскольку подповерхностный хлорофильный максимум (ПХМ) может вносить значимый вклад в интегральную ПП (Демидов и др., 2020; Ardyna et al., 2013). Например, известно, что в Карском море в осенний период ПХМ выражен слабо, а его вклад в первичную продукцию (ПП) может составлять от 1 до 27 % (Demidov et al., 2014). Летом вклад в первичную продукцию, создаваемый ПХМ наибольший. Так, в юго-западной части моря он составляет в среднем 53 % (Demidov et al., 2018). В море Лаптевых в осенний период основной вклад в ПП вносит поверхностный слой, а доля ПП в ПХМ составляет от 8 до 56 % (Демидов и др., 2020).

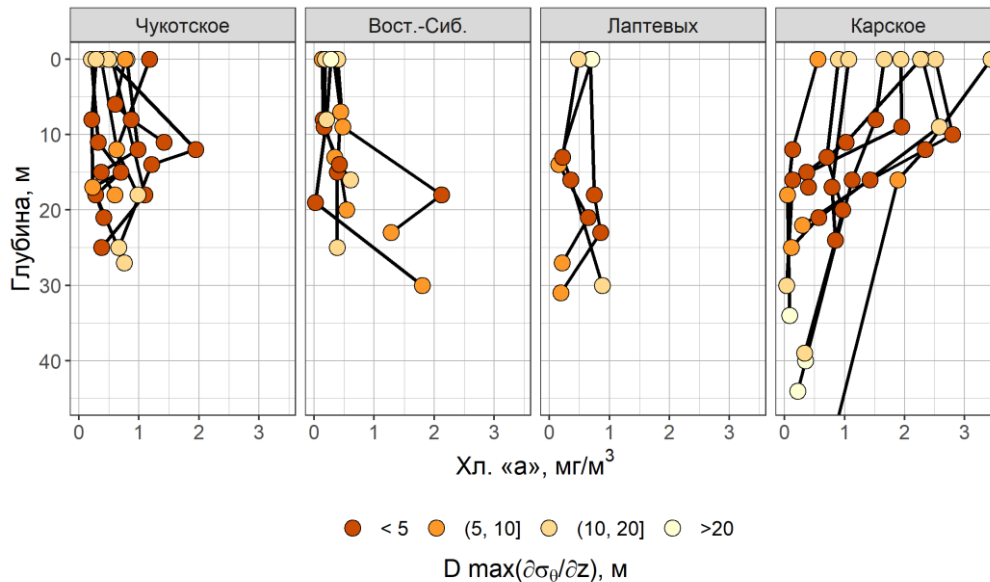
В ходе трансарктического перехода НИС «Профессор Леванидов» из Владивостока в Мурманск в августе-октябре 2019 г. выполнены океанографические, планктонные и тралово-акустические исследования в морях Чукотском, Восточно-Сибирском, Лаптевых и Карском (Рисунок 1). В рамках биогидрохимического блока работ определяли концентрацию растворённого кислорода, минеральных форм основных биогенных элементов, растворённого органического углерода, хлорофилла «а» и феофитина (Педченко и др., 2019). Пробы на хлорофилл «а» отобраны на 25 станциях во всех исследованных морях, по 4 горизонта на каждой станции: 0 м, верхняя часть пикноклина, горизонт вблизи максимума вертикального градиента плотности, и под пикноклином.





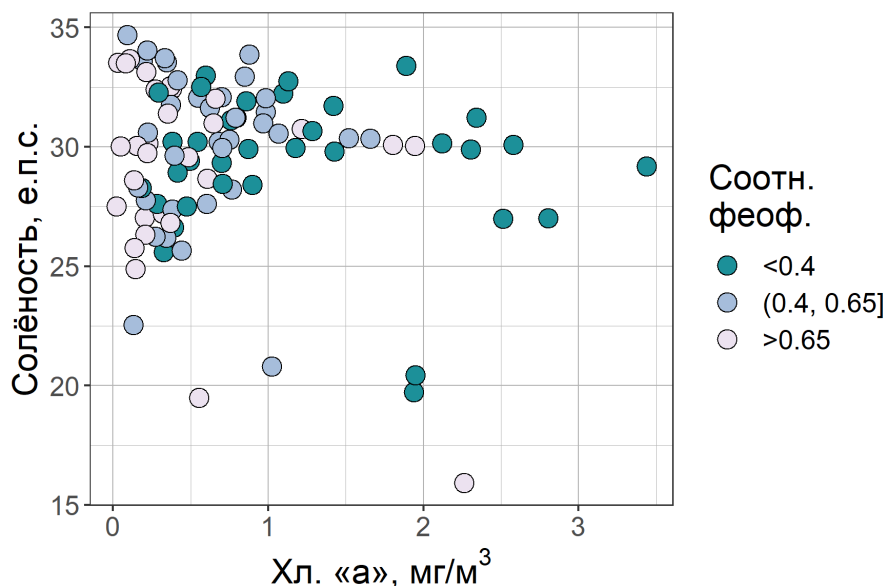
**Рис. 1.** Схема расположения станций НИС «Профессор Леванидов» в августе-октябре 2019 г. Цветом обозначена концентрация хлорофилла «а» ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в поверхностном слое. Цифрами обозначены номера станций.

Исследования показали, что в летне-осенний период 2019 года арктические моря России различались по глубине залегания и степени выраженности максимума хлорофилла. ПХМ наблюдался не на всех исследованных станциях – в случае наличия ПХМ он располагался в слое скачка плотности, обычно ниже горизонта максимального градиента плотности.



**Рис. 2.** Распределение концентрации хлорофилла «а» ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) по глубине в исследованных морях. Цветом отмечено расстояние от горизонта отбора пробы до горизонта максимума градиента потенциальной плотности (м).

В Чукотском море максимум хлорофилла на большинстве станций располагался на горизонтах 11-27 м и составлял 0,70-1,94, в среднем 1,1  $\text{мг}/\text{л}$ . В Восточно-Сибирском море максимальная концентрация хлорофилла наблюдалась на горизонтах 7-30 м и варьировала в диапазоне 0,44-2,12 (среднее 1,1, медиана 0,6)  $\text{мг}/\text{л}$ . В море Лаптевых максимальная концентрация на разных станциях составила 0,70-0,88, максимум на большинстве станций располагался в слое скачка плотности на горизонтах 21-30 м. В Карском море максимум хлорофилла был приурочен к поверхностному горизонту или располагался в верхнем 10-метровом слое. Максимальные значения колебались в интервале от 0,55 до 3,44  $\text{мг}/\text{л}$ , составляя в среднем 1,92  $\text{мг}/\text{л}$  (Рисунок 2).



**Рис. 3.** Диаграмма рассеивания концентрации хлорофилла «а» ( $\text{мг/м}^3$ ) и солености (е.п.с.). Цветом показано соотношение концентрации феофитина и суммы концентрации феофитина и хлорофилла «а» (НД – нет данных).

За исключением нескольких станций, приуроченных к распресненным участкам, максимальные значения хлорофилла «а» были отмечены при солености около 30 е.п.с. (Рисунок 3). Доля феофитина при этом была, как правило, менее 40%, что, согласно работе (Мошаров, Сергеева, 2018), соответствует активному состоянию фитопланктона с высоким продукционным потенциалом.

#### Список литературы

- Демидов А.Б., Гагарин В.И., Артемьев В.А., Арашкевич Е.Г., Маккавеев П.Н., Щука С.А., Храпко А.Н., Григорьев А.В., Воробьева О.В., Конюхов И.В., Фёдоров А.В. 2020. Вертикальная изменчивость первичной продукции и характеристики подповерхностного хлорофилльного максимума в море Лаптевых в августе–сентябре 2015, 2017 и 2018 гг. *Океанология* 60 (2): 216–232.
- Демидов А.Б., Мошаров С.А., Артемьев В.А., Ступникова А.Н., Симакова У.В., Вазюля С.В. 2016. Интегрированная и разрешающая по глубине модели первичной продукции Карского моря. *Океанология* 56 (4): 563–576.
- Мошаров С.А., Сергеева В.М. 2018. Оценка функционального состояния морского фитопланктона по флуоресцентным показателям и соотношению концентраций феофитина и хлорофилла а. *Вопросы современной альгологии*. 1 (16), URL: <http://algology.ru/1257>.
- Педченко А.П., Зубаревич В.Л., Кодрян К.В., Таптыгин М.Ю., Фирсов Ю.Л. 2019. Трансарктический рейс НИС «Профессор Леванидов»: особенности океанографических условий арктических морей в августе–сентябре 2019 г. Труды III Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития» СПб.: ХИМИЗДАТ, 692–696.
- Ardyna M., Babin M., Gosselin M., Devred E., Bélanger S., Matsuoka A., Tremblay J.É. 2013. Parameterization of vertical chlorophyll a in the Arctic Ocean: impact of the subsurface chlorophyll maximum on regional, seasonal, and annual primary production estimates. *Biogeosciences* 10 (6), 4383–4404.
- Demidov A.B., Mosharov S.A., Makkaveev P.N. 2014. Patterns of the Kara Sea primary production in autumn: Biotic and abiotic forcing of subsurface layer. *Journal of Marine Systems* 132: 130–149.
- Demidov A.B., Gagarin V.I., Vorobieva O.V., Makkaveev P.N., Artemiev V.A., Khrapko A.N., Grigoriev A.V., Sheberstov S.V. 2018. Spatial and vertical variability of primary production

in the Kara Sea in July and August 2016: the influence of the river plume and subsurface chlorophyll maxima. *Polar Biology* 41 (3): 563–578.

## Показатели крови годовиков и двухгодовиков судака *Sander lucioperca*, выращиваемого в прудах и садках

М.М. Вылка

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ им. Л.С.Берга), г. Санкт-Петербург  
E-mail: [vyлка.maxim@yandex.ru](mailto:vyлка.maxim@yandex.ru)

**Аннотация.** В результате гематологического анализа молоди судака выявлена зависимость некоторых показателей крови от условий содержания рыбы. Так у молоди, выращенной в пруду на естественной кормовой базе, содержание гемоглобина более 73-76 г/л, а у молоди, выращенной в садках на искусственных кормах составляет 65-68 г/л. Разница содержания гемоглобина в крови двух исследуемых групп рыб достигается за счет уменьшения объема ядра эритроцитов прудовой молоди, выраженное как отношение объема ядра к объему цитоплазмы – ядерно-плазматическое отношение.

**Ключевые слова:** судак *Sander lucioperca*, эритроциты, лейкоциты, ядерно-плазматическое отношение, гемоглобин.

Судак *Sander lucioperca* – крупная хищная рыба, для крови которой характерны малые размеры эритроцитов при их большом количестве в кровяном русле. Размеры эритроцитов и их количество отражают общую энергоёмкость кровеносной системы, реализуемую давлением крови и обильной сетью кровеносных сосудов. Эритроциты рыб содержат в цитоплазме дыхательный пигмент гемоглобин и имеют ядро, которое занимает определенный полезный объем внутри клетки. Измерение размеров клеток красной крови и вычисление объема их цитоплазмы - ядерно-плазматического отношения (ЯПО) дают информацию для общей функциональной оценки организма. Изучение морфологии эритроцитов судака позволяет понять влияние на него различных факторов. В связи с этим, целью работы было сравнительное описание гематологических показателей крови молоди судака, выращенного в разных условиях.

Для этого провели исследование красной и белой крови у молоди судака в возрасте 1 и 2 года при выращивании их в прудах (крестьянское хозяйство К. А. Аверченкова) и садках рыбоводного хозяйства ООО «Форват (Приозерский район, Ленинградская область) в естественном температурном режиме. В прудах кормом для рыб выступал прудовый зоопланктон выращивалась на естественных кормах, в садках рыба получала корма датской фирмы БиоМар и финской Райсиоагро. Температура воды в момент исследования составляла 5,8°C.

Отмечены различия между прудовой и индустриальной молодью в отношении общего содержания гемоглобина (таблица 1). У прудовой молоди этот показатель оказался выше на 15% для годовиков и 7% для двухгодовиков. Выше оказалось и содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ) – на 17 и 12%, соответственно. Несмотря на некоторое снижение гематологических показателей у садковых рыб, патологических отклонений в красной крови (анизацитоз, пойкилоцитоз и др.) не наблюдалось.

Средняя концентрация эритроцитов в крови сравниваемой молоди не сильно отличалась – 2,1-2,2 млн/мм<sup>3</sup>. Близкие значения представлены Пучковым (1954). Различие показателей крови молоди рыб, содержащихся в прудовых и индустриальных условиях, отмечены в литературе и у других видов рыб. Так, у молоди лосося, выращиваемой в бассейнах, наблюдалось пониженное содержание гемоглобина в крови и меньшее число эритроцитов по сравнению с молодью из прудов (Остроумова, 1966), что автор объяснила снижением обмена веществ у молоди в индустриальных условиях в связи с уменьшением

активности рыб. При переводе молоди из прудов в бассейны показатели крови снижались до уровня, характерного для рыб из индустриальных условий. Более низкий уровень показателей красной крови наблюдался и у сеголеток карпа, содержащихся в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) по сравнению с прудовыми рыбами (Головина, 1996).

**Таблица 1.** Показатели красной крови молоди судака при выращивании в прудах и садках на искусственных кормах

Показатели	Красная кровь			
	Годовики		Двухгодовики	
	Пруд	Садок	Пруд	Садок
Гемоглобин, г/л	76,5±1,5	65,2±2,5	73,5±2,4	68,7±0,7
Эритроциты, млн/мкл	2,3±0,1	2,3±0,1	2,1±0,1	2,2±0,1
СГЭ*, пг	33,9±1,0	28,4±1,7	35,6±1,9	31,7±1,8
% незрелых эритроцитов	3,6±0,6	4,6±0,6	3,3±0,5	3,2±0,2
ЯПО	0,14±0,002	0,17±0,002	0,14±0,002	0,18±0,002
Средняя масса рыб, г	10,5	6,9	68,9	57,9
Кол-во рыб, шт.	4	5	4	3

\*СГЭ – среднее содержание гемоглобина в эритроците (пиктограммы, пг), ЯПО – ядерно-плазматическое отношение.

Незрелые эритроциты всех возрастных групп на мазках присутствуют в незначительном количестве, что характерно для хищных рыб (Заботкина и др., 2015). Измерения линейных размеров эритроцитов и вычисление объемов эритроцита и его ядра, сделанные по методу, описанному Кухаревой (2019), показали следующее: у прудовой молоди судака эритроциты имеют меньшее ядро и больший объем цитоплазмы, поэтому они содержат в себе больше гемоглобина. Значение ЯПО у прудовой молоди незначительно ниже. У человека эритроциты безъядерные, поэтому ЯПО равно нулю.

Показатели белой крови представлены в таблице 2. Кровь судака, так же как и у большинства других видов рыб, носит лимфоидный характер. Лимфоциты составляют около 90% и более от всех клеток белой крови. Четких различий в белой крови у прудовых и садковых рыб не обнаружено. Основная масса лейкоцитов всех групп молоди судака представлена мелкими голоядерными лимфоцитами. Встречаются и большие лимфоциты с тонким кольцом цитоплазмы по размерам больше, чем голоядерные лимфоциты. Предположительно функциональных отличий двух групп лимфоцитов нет. В связи с тем, что в крови циркулируют лимфоциты разной дифференцировки, есть предположение, что одна группа лимфоцитов является предшественником другой (Житинева и др., 2004). Расхождения в лейкоцитарной формуле у рыб возникают в результате разного источника питания, заболеваний, времени года, температуры, кислотности воды. В нашем случае четких изменений в лейкоцитарной формуле у молоди судака из прудов и садков не установлено.

**Таблица 2.** Показатели белой крови годовиков и двухгодовиков судака

Показатели	Белая кровь			
	Годовики		Двухгодовики	
	Пруд	Садок	Пруд	Садок
Лейкоциты, тыс/мкл	32,6±5,6	36,7±2,8	33,7±6,0	50,9±9,0
Лейкоцитарная формула, %				
Голоядерные лимфоциты	82,3±4,1	89,9±1,8	84,9±2,2	84,5±1,0

Большие лимфоциты	8,4±0,6	6,1±1,1	2,9±0,7	7,3±1,9
Нейтрофильные лейкоциты	0,1±0,1	0,4±0,3	0,3±0,1	0,3±0,2
Моноциты	9,3±4,1	3,6±0,6	12,0±1,8	7,8±1,5

Таким образом, в зависимости от условий содержания количество гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов в крови рыб может значительно меняться. Двигательная активность и условия содержания рыб влияет на количество эритроцитов. Так свободно плавающие прудовые особи судака тратят больше энергии на дыхание – поиск пищи и т.д., поэтому имеют эритроциты с меньшими ядрами, что позволяет эритроцитам переносить больше гемоглобина.

При микроскопии на мазках не были выявлены микроядра и не обнаружено слипания (аглоутенации) эритроцитов, а кровь исследуемой молодежи судака характерного лимфоидного типа.

Благодарности. Автор выражает благодарность главному научному сотруднику лаборатории аквакультуры Санкт-Петербургского филиала «ВНИРО», д.б.н, профессору Ирине Николаевне Остроумовой за помощь в подготовке и оформлении материала статьи.

### Список литературы

Головина Н.А. 1996. Морфофункциональная характеристика крови рыб - объектов аквакультуры. Автореф. дис... докт. бил. наук. М. ВНИИПРХ, 53с.

Житинева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А. 2004. Основы ихтиогематологии (в сравнительном аспекте). Ростов-на-Дону. 312 с.

Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Середняков В.Е., Нестерова Т.А. 2015. Экологическая пластичность гематологических показателей пресноводных костных рыб. Труды института биологии внутренних вод РАН 72: 16-29.

Иванова Н.Т. 1983. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). – М.: Легкая и пищевая промышленность, - 184 с.

Кухарева Т.А. 2019. Клеточный состав крови и гемопоэтических органов у некоторых донных рыб (Севастопольская бухта, Черное море): Автореф. дис. канд. биол. наук. Севастополь. ФИЦ ИнБЮМ, 150 с.

Остроумова И.Н. 1966. Методические указания по использованию анализа крови для оценки качества выращивания молодежи семги. Л.: ГосНИОРХ, 11 с.

Пучков Н.В. 1954. Физиология рыб. М. Пищепромиздат, 370 с.

## Современное распределение инвазионных видов зоопланктона и зообентоса в Куйбышевском водохранилище

М.А. Гвоздарева, А.В. Мельникова

Татарский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ТатарстанНИРО», г. Казань)

E-mail: [Rita\\_6878@mail.ru](mailto:Rita_6878@mail.ru)

**Аннотация:** В 2021 г. в Куйбышевском водохранилище фауна инвазионных видов зоопланктона была представлена 18 видами, а зообентоса – 13. Наиболее часто в пробах среди планктонных беспозвоночных вселенцев встречались членистоногие, на их долю приходилось  $7 \pm 2\%$  по численности и  $24 \pm 5\%$  по биомассе суммарных показателей. Среди донных беспозвоночных наибольшей частотой встречаемости характеризовались двустворчатый моллюск *Dreissena bugensis* Andrusov, 1897 и полихета *Hypania invalida* (Grube, 1960). В среднем на долю бентосных вселенцев приходилось по численности  $47,1 \pm 6,6$  и по биомассе  $65,1 \pm 7,3$  % суммарных показателей.

**Ключевые слова:** виды-вселенцы, зоопланктон, зообентос, Куйбышевское водохранилище, численность, биомасса, распространение.

Проблема биологических инвазий во внутренние водоемы, как естественных, так и связанных с деятельностью человека, продолжает привлекать повышенное внимание многих исследователей. В общей сложности в водоемах Европейской части России зарегистрировано свыше 150 инвазионных видов беспозвоночных организмов, подавляющая часть из которых относится к Понто-Каспийскому комплексу фаун.

Куйбышевское водохранилище входит в так называемый Волго-Балтийский биоинвазионный коридор, через который наблюдается распространение, как на север, так и на юг чужеродных видов (Биологические инвазии ..., 2004). По литературным данным в водохранилище фауна инвазионных видов зоопланктона включает около 30 видов, относящихся к группам Rotifera, Cladocera и Copepoda. Они подразделяются на следующие группы: 1) южные пресноводные формы, которые расширяют свой ареал на север в связи с потеплением климата, 2) Понто-Каспийские солоноватоводные инвазионные ракообразные, 3) представители бореально-арктического комплекса, расселяющиеся вниз по Волге и 4) вселенцы из других континентов, проникшие в бассейн Волги (Лазарева и др., 2018). Наибольшее количество видов-вселенцев, появившихся в водохранилище после зарегулирования Волги, характерно для видов северного комплекса (Романова, 2010). В последние годы отмечается активный процесс проникновения южных видов вверх по каскаду водохранилищ.

Среди донных беспозвоночных в акватории Куйбышевского водохранилища регистрируется около 40 видов-вселенцев (Куйбышевское ..., 2008), а в его верховьях – 30 (Яковлева, Яковлев, 2014). Фауна инвазионных видов представлена представителями из групп Polychaeta, Oligochaeta, Hirudinea, Mollusca и Crustacea. Большинство из них являются представителями Понто-каспийского комплекса фаун (Биологические ..., 2004).

Соответственно, изучение видового состава, количественных показателей и особенностей распределения в водохранилище имеет научное и практическое значение. Материалом послужили гидробиологические данные, отобранные на Волжском, Волжско-Камском, Камском, Тетюшском, Ундорском и Приплотинном плесах Куйбышевского водохранилища в мае и июне 2021 г. Всего было отобрано и обработано 18 проб зоопланктона и 36 – зообентоса.

Зоопланктон отбирали малой сетью Джели (размер ячеи 93 мкм) тотально от дна до поверхности. Обработка проб проводилась по общепринятым гидробиологическим

методикам (Методические ..., 1982). Массу тела особей рассчитывали по их длине (Балушкина, Винберг, 1979), используя степенное уравнение  $w=gl^b$ . При вычислении численности и биомассы вселенцев, учитывался вклад велигеров дрейссен, но как самостоятельный вид фауны зоопланктона не рассматривался.

Отбор проб зообентоса осуществляли дночерпателем Петерсена площадью захвата 0,025 м<sup>2</sup> (Методика ..., 1975; Методические..., 1984). Камеральную обработку выполняли в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами (Руководство ..., 1983; 1992).

За период проведения исследований на Куйбышевском водохранилище в фауне зоопланктона было выявлено 19 видов-вселенцев, представленных тремя группами. Тип Rotifera включал *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883), *Conochilus unicornis* Rousselet, 1892, *Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925, *Polyarthra major* Skorikov, 1896 и *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879). Из группы Copepoda два вида зоопланктеров относились к отряду Cyclopiformes (*Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1893) и *Cyclops kolensis* Lilljeborg, 1901) и пять – к отряду Calaniformes (*Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863), *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888), *Calanipeda aquaedulcis* Kritschagin, 1873, *Heterocope caspia* Sars, 1897, *Eurytemora caspia* Sukhikh et Alekseev, 2013). К группе Cladocera – *Bosmina* (*Eubosmina*) *crassicornis* Lilljeborg, 1887, *B. (E.) coregoni* (Baird, 1857), *B. (E.) longispina* Leydig, 1860, *Daphnia cristata* Sars, 1862, *Limnoscira frontosa* Sars, 1862, *Cornigerius maeoticus* (Pengo, 1879) и *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891). Также в пробах была обнаружена плавающая личинка моллюска *Dreissena* sp. Анализ распределения по плесам показал, что наибольшее видовое разнообразие вселенцев наблюдалось в Волжском плесе, тогда как в Камском в период проведения исследований инвазионные виды планктонных беспозвоночных не встречались.

Фауна донных беспозвоночных в акватории рассматриваемого водохранилища включала 13 инвазионных видов из групп: Polychaeta (*Hypania invalida* (Grube, 1960) и *Hypaniolla kowalevskyi* (Grimm, 1877)), Oligochaeta (*Potamothrix vej dovskyi* (Have, 1941)), Hirudinea (*Archaeobdella esmonti* Grimm, 1876), Mollusca (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *D. bugensis* Andrusov, 1897, *Lithoglyphus naticoides* (C.Pfeiffer, 1828) и *Theodoxus pallasi* Lindholm, 1924), Cumacea (*Pterocuma sowinskyi* (Sars, 1894)) и Amphipoda (*Cheliocorophium sowinskyi* (Martynov, 1924), *Dikerogammarus fluviatilis* Martynov, 1919, *Niphargoides macrurus* (G.O. Sars, 1894) и *Obesogammarus crassus* (Sars, 1894)). Среди вселенцев наиболее часто в пробах встречались двустворчатый моллюск *D. bugensis* и полихета *H. invalida* (в 48,6 % отобранных проб). В пространственном отношении наибольшее видовое разнообразие вселенцев отмечалось в Тетюшском и Приплотинном плесах, а минимальное – в Волжско-Камском и Камском.

Суммарные количественные показатели зоопланктона на рассматриваемом участке составили по численности 15,54±3,94 тыс. экз./м<sup>3</sup>, по биомассе – 0,29±0,12 г/м<sup>3</sup>. На долю вселенцев в среднем приходилось 13,89±3,83 и 26,62±5,42 % суммарных показателей зоопланктона, соответственно. Максимальный вклад вселенцев в формирование численности и биомассы зоопланктона наблюдался в Волжско-Камском плесе (Таблица).

**Таблица.** Видовое разнообразие инвазионных видов зоопланктона (З/П) и зообентоса (З/Б) и их относительные показатели численности (*N*, %) и биомассы (*B*%) по плесам Куйбышевского водохранилища в мае и июне 2021 г.

Наименование плеса	Количество инвазионных видов		З/П		З/Б	
	З/П	З/Б	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Волжский	14	5	31	57	36,3±17,5	37,5±18,3
Волжско-Камский	12	2	54	76	1,6±0,8	0,8±0,4
Камский	—*	2	—	—	64,9±14,0	83,5±6,4
Тетюшский	11	7	7	13	73,2±2,6	99,0±0,5
Ундорский	9	4	3	11	53,6±16,5	98,2±1,3



Приплотинный	11	7	14	41	52,3±11,6	75,5±10,2
--------------	----	---	----	----	-----------	-----------

\*«←» – не обнаружен

В среднем численность зообентоса в водохранилище составила  $5370 \pm 1144$  экз./м<sup>2</sup>, а биомасса –  $1067,4 \pm 362,4$  г/м<sup>2</sup>. На долю вселенцев приходилось 47,1±6,6 и 65,1±7,3 % суммарных показателей зообентоса, соответственно. Основной вклад в показатели вселенцев вносили моллюски, в целом за счет дрейссен. Наибольшая роль инвазионных видов в формировании донной фауны в водохранилище наблюдалась по численности в Тетюшском, а по биомассе – в Тетюшском и Ундорском плесах. Минимальные их вклад был выявлен для Волжско-Камского плеса (Таблица). За исключением Волжско-Камского и Камского плесов, основной вклад в формировании количественных показателей вселенцев вносили моллюски. В Волжско-Камском плесе количественные показатели вселенцев формировались в основном за счет олигохет, а в Камском – полихетами.

Таким образом, в мае и июне 2021 г. в Куйбышевском водохранилище видовое разнообразие инвазионных видов зоопланктона было представлено 18 видами, а зообентоса – 13. Наиболее часто в пробах среди планктонных беспозвоночных вселенцев встречались членистоногие. Среди зообентоса наибольшей частотой встречаемости характеризовались *D. bugensis* и *H. invalida*. В среднем на долю вселенцев в зоопланктоне приходилось по численности около 14 и по биомассе 27 %, в зообентосе эти же показатели составили около 47 и 65 % соответственно. Наибольшая роль инвазионных видов в формировании количественных показателей зоопланктона наблюдалась в Волжско-Камском плесе, тогда как среди зообентоса – в Тетюшском.

### Список литературы

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. 1979. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных. Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: Наука, 58–79.

Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. 2004. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 436 с.

Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник). 2008. Тольятти: ИЭВБ РАН, 123 с.

Лазарева В.И., Сабитова Р.З., Быкова С.В., Жданова С.М., Соколова Е.А. 2018. Распределение летнего зоопланктона в каскаде водохранилищ Волги и Камы. Труды Ин-та биологии внутр. вод РАН 83 (86), 28–51.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука, 240 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. 1982. Л., 33 с.

Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. 1984. Л.: Гидрометеиздат, 40 с.

Романова Е.П. 2010. Многолетняя динамика видового обилия зоопланктона Куйбышевского водохранилища. Теоретические проблемы экологии и эволюции. Теория ареалов: виды, сообщества, экосистемы (V Любищевские чтения). Тольятти: Ин-т экологии волжского бассейна РАН, 159–164.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. 1983. Л.: Гидрометеиздат, 239 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. 1992. СПб.: Гидрометеиздат, 318 с.

Яковлева А.В., Яковлев В.А. 2014. Чужеродные бентосные беспозвоночные в верховьях Куйбышевского водохранилища. Казань: Отечество, 199 с.

## Сезонная изменчивость относительного содержания кислорода в прибрежной зоне Кольского п-ова

*М.А. Губанищев, О.Р. Узбекова, В.А. Ившин*

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск  
E-mail: [uzbekova@pinro.ru](mailto:uzbekova@pinro.ru)

**Аннотация.** В работе обобщены данные Полярного института по гидрохимическим наблюдениям Баренцева моря. Представлены данные по среднемноголетнему распределению растворенного кислорода в прибрежной зоне Кольского п-ова и его сезонная изменчивость.

**Ключевые слова:** прибрежные воды, растворенный кислород, Баренцево море.

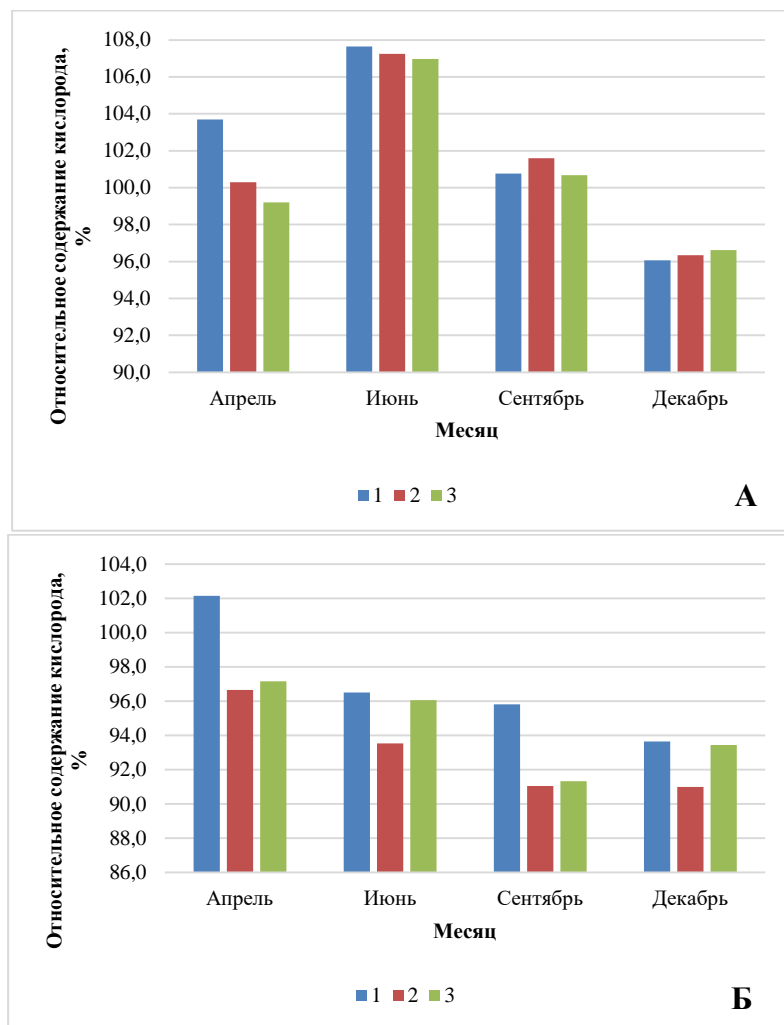
Свойства вод оказывают значительное влияние на функционирование прибрежной экосистемы (Несветова, 2002). Для успешного развития хозяйственной деятельности в прибрежной полосе Баренцева моря, например, для аквакультуры требуются современные данные о динамике изменчивости не только гидрологических, но и гидрохимических характеристик. Знания об особенностях внутригодовых и межгодовых циклов химических параметров вод позволяют наиболее эффективно проводить этапы производства. Поэтому, актуальность изучения режима прибрежных вод не вызывает сомнений.

Материалами для настоящей работы послужили данные гидрохимических наблюдений, полученные в рейсах научно-исследовательских судов Полярного филиала «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича) в Баренцевом море за период 1955-2018 гг. Сбор данных по содержанию кислорода и определению его концентраций осуществлялся по стандартным методикам (Методы гидрохимических исследований..., 1978).

В годовом ходе концентраций кислорода в водных массах Баренцева моря отмечается, как правило, один максимум и один минимум: максимум приходится на июнь, минимум – сентябрь-октябрь (Среднемноголетнее ..., 1987). Межгодовые изменения абсолютного содержания кислорода обусловлены изменчивостью теплосодержания водных масс и различной интенсивностью процессов фотосинтеза (Среднемноголетнее ..., 1987). В сезонной его динамике также заметны различия между восточным и западным районами моря. Так, в мелководных восточных районах убыль биогенных солей с одновременным увеличением насыщенности вод кислородом наблюдается в середине марта, тогда как на западе этот процесс начинается только в апреле. Максимальные сезонные концентрации кислорода отмечаются на востоке в мае, на западе — в июне-июле (Несветова, 2002).

Для выявления сезонной изменчивости кислорода в морской воде в прибрежной зоне Кольского полуострова условно были выделены три района: западный (Варангер-фьорд), центральный (Кольский залив) и восточный (район Новокуевского залива).

Динамика кислорода в водных массах прибрежной зоны Кольского п-ова имеют видимые отличия от его распределения в мористой части Баренцева моря. На поверхности максимум относительного содержания (106-108 %) отмечается в июне, минимум около 96 % - в декабре (рисунок, А). Пространственная неоднородность в концентрациях кислорода наиболее ярко выражена в апреле, при этом его содержание на западных участках Кольского п-ова (Варангер-фьорд) достигает 104 %, а на восточных (Новокуевский залив) около 99 %. В другие сезоны года различия минимальны и как правило не превышают 1,0-1,5 %.



**Рисунок.** Среднемесячное распределение относительного содержания растворенного в воде кислорода (%) на разных участках в прибрежных водах Кольского п-ова. А - на поверхности, Б – у дна. 1- Варангер-фьорд; 2- Кольский залив; 3-Новокуевский залив.

В промежуточных слоях (горизонт 100 м) сезонные различия на исследуемых участках по сравнению с поверхностным слоем не значительны. Максимум относительного содержания (101 %) отмечается в апреле в западной части Кольского п-ова, минимум около 92 % - в сентябре на востоке. В большую часть года пространственная неоднородность концентрации растворенного кислорода в прибрежных водах не велика, при этом амплитуда колебаний составляет 1-3 %.

Процентное насыщение кислородом в придонном слое в весенне-зимний период имеет повышенное значение (около 96 %), чем в летне-осенний период – 93 % (рисунок, Б). Воды в придонном слое в западной части рассматриваемой акватории насыщены кислородом выше (в среднем на 4 %), чем на других участках. Сезонный максимум также как в поверхностном и промежуточном слоях наступает в апреле, минимум – в декабре.

Выявленная незначительная повышенная концентрация растворенного кислорода в западной части Кольского полуострова может происходить по ряду причин. Так, в западной части начало процессов фотосинтеза происходит в более ранние сроки и с наибольшей интенсивностью. Кроме того, на содержание относительных концентраций растворенного кислорода могут оказывать влияние объем пресноводного стока, а также особенности циркуляции системы прибрежных течений.

В ходе работы были получены следующие результаты:

- выявлены особенности вертикальной структуры вод и их сезонная динамика на разных участках побережья Кольского полуострова;

- максимальная насыщенность кислородом поверхностных вод моря фиксируется в июне (106-108 %);
- в придонных водах минимум кислорода формируется в сентябре (91 %);
- насыщение вод кислородом на западных участках исследуемой акватории выше, чем в центральной и восточной частях.

#### **Список литературы**

- Методы гидрохимических исследований океана. 1978. М.: Наука, 272 с.
- Несветова Г.И. 2002. Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 274 с.
- Среднегодовое распределение кислорода и фосфатов в водах Баренцева моря. Комплексные океанологические исследования Баренцева и Белого морей. 1987. Апатиты, 35-44.

## Биологические показатели корюшки (*Osmerus eperlanus* (L.)) Петрозаводской губы Онежского озера в современных условиях

А.В. Гужиева, Л.А. Беличева, А.В. Картанович

Карельский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Петрозаводск

E-mail: [guzhieva.karelniro@yandex.ru](mailto:guzhieva.karelniro@yandex.ru)

**Аннотация.** Представлены официальные статистические данные по промысловым уловам нерестовой корюшки для Петрозаводской губы Онежского озера за последние 5 лет (2016-2020). Приведены данные по половой, размерно-весовой и возрастной структуре промысловой части популяции. Показано, что в уловах корюшки присутствуют половозрелые рыбы в возрасте 2-10 лет, массой 3-14 г и длиной 9-13 см, с модальной группой четырехгодовиков. В нерестовой части популяции корюшки доминировали самцы.

**Ключевые слова:** вылов, возрастной состав, половой состав, размерно-весовые показатели

Онежское озеро занимает второе место, как по площади, так и по рыбопромысловой значимости среди промысловых водоемов региона Европейского Севера России. Озеро принадлежит к бассейну Балтийского моря и расположено на водосборе р. Свири (Ладожского озера). Площадь водосбора, включая зеркало, составляет 66284 км<sup>2</sup>. В озеро впадают 52 реки длиной более 10 км и порядка тысячи малых рек и ручьев. Главные притоки – Водла, Шуя и Суна, обеспечивают в среднем 58% речного прихода водного баланса озера. Сток зарегулирован, озеро является частью Верхне-Свирского водохранилища (создано в 1951-1953 гг.). Вытекает из озера р. Свирь, впадающая в Ладожское озеро.

Озеро принадлежит трем субъектам Российской Федерации. В административных границах Республики Карелия находится около 835 тыс.га зеркала (86,1 % от площади зеркала) и 24,5 тыс.га островов в северной и центральной частях водоема. Южная часть относится к Вологодской (119 тыс.га зеркала) и Ленинградской (15,3 тыс.га) областям (Состояние водных объектов..., 2007). Площадь зеркала озера составляет 9693 км<sup>2</sup>, длина береговой линии – 1810 км, объем водных масс – 295 км<sup>3</sup>, средняя глубина – 30 м, наибольшая – 120 м. Длина озера – 248 км, ширина средняя – 40,2 км, наибольшая – 96 км (Озера Карелии..., 2013). Значительные размеры и большой период водообмена (13,6 лет) служат причиной консервативности экосистемы. Онежское озеро в основной части своей акватории продолжает сохранять исходный олиготрофный статус. По данным Н.М. Калинкиной и соавторов (2006), кормовая база рыб-планктофагов и бентофагов стабильна с тенденцией к небольшому росту. В целом можно констатировать удовлетворительное состояние водной среды Онежского озера для воспроизводства и нагула всей ихтиофауны.

Онежское озеро занимает первое место среди рыбохозяйственного фонда Республики Карелия по объему вылова рыбы. Корюшка европейская, пресноводная жилая форма – *Osmerus eperlanus* (L.) – самая массовая пелагическая рыба Онежского озера, встречающаяся по всему водоему. Этот вид всегда занимал первое место в уловах и максимально составлял 70% от общего вылова. Промысел корюшки в последние года велся только в республике Карелия и в Вологодской области. Основные места лова корюшки в Онежском озере – в восточной части от м. Бесов Нос до м. Кочконоволоок; в Петрозаводской губе и в южной части озера (район Андомы, Вологодская область).

Анализ официальных статистических данных свидетельствует об определенных колебаниях вылова водных биоресурсов в озере. За период с 2016 по 2020 год объем добычи корюшки в границах республики Карелия на Онежском озере по данным официальной статистики колебался в достаточно широких пределах от 516 до 730 т, при этом доля данного вида в общих уловах колебалась от 35% (в 2019 г.) до 60% (в 2018 г.). Следует отметить, что

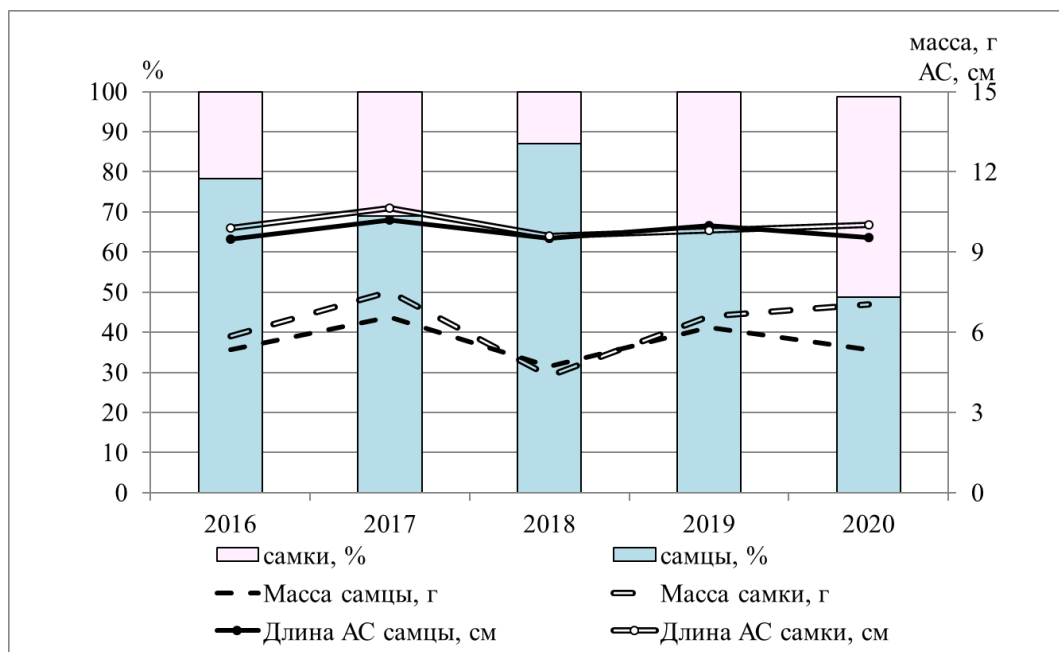
объемы вылова массовых видов рыб (корюшки и ряпушки) в сумме могут составлять до 85 % заявленного промышленного вылова.

В Онежском озере обитают две экологические формы корюшки: озерно-речная, которая размножается в реках – Шуя, Водла, Андома, Мегра, Вытегра и др. и озерная – живет и размножается в озере и составляет основу промысла на водоеме (Биоресурсы Онежского озера, 2008). В работе приводятся данные только по мелкой озерной форме корюшки, выловленной в Петрозаводской губе.

Промысловый лов корюшки осуществляется в основном в период нереста (в весеннюю путину), в остальное время она попадает в виде прилова. Нерест происходит весной, после освобождения прибрежных участков ото льда, обычно в начале мая, но в некоторые годы и в апреле при температуре воды в прибрежных участках 4–6 °С. Нерестовый ход длится 2–3 недели и заканчивается при температуре 10–12 °С. В 2017 году из-за холодной весны ледовый покров держался гораздо дольше, в связи с чем нерест корюшки проходил в неблагоприятных условиях и носил растянутый характер.

В период с 2016 по 2019 год количество самцов в уловах нерестовой корюшки превышало количество самок, в то время как в 2020 году соотношение самцов и самок составляло примерно 1:1, а в уловах отмечалось появление неполовозрелых особей (доля которых составила 1,2%). Отмеченные различия по соотношению полов в разные годы объясняются прежде всего погодными условиями и временем начала промысла: в 2016-2019 гг. основной сбор материала приходился на начальный период нерестового хода, для которого характерно преобладание самцов. В 2020 году сплошной ледовый покров в Петрозаводской губе Онежского озера разошелся в ранние сроки – уже к середине апреля. Однако организованный промысел в связи с эпидемиологической обстановкой в стране начался только в первых числах мая. Принимая во внимание, что в 2020 г. нерест проходил в короткие сроки и характеризовался массовыми подходами корюшки к местам нереста, сбор материала осуществлялся ближе к концу нерестового периода, что объясняет существенное повышение доли самок в выборке.

Средние значения весовых показателей самок в уловах колеблются по годам от 4,34 г до 7,52 г, самцов – от 4,74 г до 6,58 г. Средние линейные показатели самок изменялись по годам от 9,6 до 10,65 см, самцов – от 9,49 до 10,2 см (Рисунок). Таким образом, размерно-весовые показатели самок в уловах несколько выше, чем самцов. Это связано в первую очередь с различием в возрастном составе самцов и самок нерестовых стад корюшки в разные годы: возраст самок в уловах всегда больше, чем самцов. Сравнение полученных результатов с данными более ранних исследований Т.И. Сергеевой и А.В. Барсовой (2016), позволяет говорить о стабильности биологических показателей корюшки в Онежском озере.



**Рисунок.** Средние показатели полового и размерно-вещового состава уловов нерестовой корюшки Онежского озера в 2016-2020 гг.

В уловах разных лет количество возрастных групп изменялось от 4 до 8. При этом средний возраст в уловах колебался по годам от 3,49 (2018 г.) до 4,88 (2017 г.). Максимальный возраст особей в уловах составил 10 лет. Модальной группой в основном выступали четырехгодовики. Однако в отдельные годы отмечались свои особенности. В 2016 и 2018 гг. в равных долях преобладали трех- и четырех-годовики, в 2017 гг. доминировали четырех-пятигодовики. В уловах 2017 и 2019 гг. была снижена доля пополнения (двухгодовики). В уловах 2018 г. отсутствовали рыбы старших возрастных групп.

Полученные данные согласуются с данными более ранних исследований Т.И. Сергеевой и А.В. Барсовой (2016) о том, возрастной состав нерестовых популяций корюшки в разные годы подвержен значительным колебаниям, что связано с урожайностью тех или иных поколений. Доминирование двух возрастных групп обычно и отмечается достаточно часто.

Таким образом, корюшка в Онежском озере является массовым короткоцикловым видом, промысел которого ведется только в республике Карелия и Вологодской области. Ее запасы в настоящее время находятся на достаточно высоком уровне, а снижение вылова связано с условиями нерестовой путины в том или ином году, организационными вопросами на промысле, вопросами реализации рыбы. Биологические показатели корюшки в настоящее время пребывают в оптимальных значениях и несколько превышают среднемноголетние величины. В уловах доминируют половозрелые рыбы в возрасте 3-5 лет, массой 4-7 г и длиной 9-11 см.

### Список литературы

- Биоресурсы Онежского озера. 2008. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 272 с.
- Калинкина Н.М., Т.М. Тимакова, Т.П. Куликова, Т.А. Чекрыжева, А.В. Рябинкин, М.Т. Сярки, Е.В. Теканова, Т.Н. Полякова. 2006. Гидроэкологические исследования ИВПС на водоемах Карелии. Материалы юбилейной конференции, посвященной 15-летию ИВПС «Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 273–294.
- Озера Карелии. Справочник. 2013. Под ред. Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 464 с.

Сергеева Т.И., Барсова А.В. 2016. Рыбохозяйственное значение корюшки (*Osmerus eperlanus* L.) Онежского озера в современных условиях. Ученые записки Петрозаводского государственного университета 8 (161): 97–100.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга в 1998 – 2006 гг. 2007. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 210 с.



## Промысловые запасы и особенности биологии массовых рыб в Чукотском море (в пределах российских вод)

*С.А. Датская<sup>1</sup>, А.В. Датский<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: [adatsky@vniro.ru](mailto:adatsky@vniro.ru)

**Аннотация.** На основе исследований 1995-2020 гг. выделены массовые и потенциально промысловые рыбы российских вод Чукотского моря. Из 72 видов, отмечающихся в траловых уловах, 16 видов из 6 семейств являлись массовыми, среди которых абсолютно доминировали тресковые рыбы, составляя в среднем 96% всей промысловой биомассы морских рыб. Для массовых видов рассмотрены размерно-возрастные, весовые характеристики, особенности линейного и весового роста, сроки, масштабы и условия нереста. Проведено сравнение биологических показателей рыб из Чукотского и Берингова морей. Полученные данные могут быть использованы для целей изучения морских экосистемных сообществ Чукотского моря и организации рыболовства в восточном секторе Арктики.

**Ключевые слова:** массовые рыбы, промысловые запасы, биология, Чукотское море, северо-западная часть Берингова моря.

Чукотское море является одним из арктических морей, омывающих Россию, и, за исключением Баренцева моря, считается наиболее богатым по числу представителей рыбного населения и ресурсному потенциалу (Datsky, 2015a, б). Этому в значительной степени способствует уникальное расположение этого водоема. С юга, через Берингов пролив, его водные массы подпитывают теплые и соленые, насыщенные биогенами и биопродуцентами (бактерии, зеленые растения, фито- и зоопланктон) течения северной части Берингова моря, с севера и северо-запада заходят холодные воды Северного Ледовитого океана и приходящие через пролив Лонга распресненные воды Восточно-Сибирского моря. Взаимодействие разнообразных водных масс и течений и приводит к формированию в пределах чукотского шельфа в летне-осенний период благоприятных условий для нагула разнообразных представителей морской ихтиофауны.

Проведенные ранее исследования показали (Datsky, 2015б), что только 42 вида ихтиофауны российских вод Чукотского моря (38.2% видового разнообразия) относятся к числу регулярно отмечающихся в орудиях лова. Дополненные современными результатами траловых съемок материалы уточнили число таких видов до 72 за счет расширения исследовательских работ в северной части моря. Из них только 16 видов из 6 семейств являлись в разные годы относительно массовыми и формирующими значимое обилие, среди которых абсолютно доминировали тресковые рыбы (Таблица 1), составляя в среднем 95,5% всей промысловой биомассы морских рыб. Среди 16 массовых видов наибольшее обилие приходилось на минтая, сайку и северную палтусовидную камбалу, в сумме формирующих 98,5% всех промысловых запасов. В целом современные научные данные, полученные на основании регулярных траловых исследований последних лет в этой акватории, показали высокие промысловые запасы морских рыб, достигающие в отдельные годы 446 тыс. т.

Следует отметить, что, если в конце 1990-х – начале 2000-х гг. основу запасов семейства Тресковые представляла сайка, то в конце 2010-х гг. ее биомасса существенно снизилась, однако резко возросло обилие минтая, обусловленное его миграциями в район исследования из северной части Берингова моря. Рыбы прочих семейств были не так многочисленны, однако в отдельные годы биомассы некоторых из них (мойва, северная

палтусовидная камбала, бородавчатый керчак) превышали обилие тресковых рыб, включая сайку и минтая.

**Таблица 1.** Промысловые запасы (тыс. т) морских рыб в российских водах Чукотского моря по данным траловых съёмок 1997-2020 гг.

Семейство, вид	1997	2003	2007	2008	2010	2018	2019	2020
Морские рыбы, в том числе:	387,270	160,820	19,460	5,436	18,551	49,590	446,212	377,930
тресковые, в том числе:	366,000	156,100	18,900	0,730	15,007	44,286	428,580	369,895
- минтай	0,000	0,000	0,000	0,070	0,157	31,598	380,000	364,700
- сайка	366,000	156,100	18,900	0,660	14,850	12,600	48,500	5,134
- треска	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,088	0,000	0,031
- навага	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	0,030
камбаловые, в том числе:	16,280	0,000	0,000	0,000	0,817	3,857	17,240	6,745
- сев. палтусовидная камбала	16,280	0,000	0,000	0,000	0,580	3,716	17,240	6,585
- желтобрюхая камбала	0,000	0,000	0,000	0,000	0,236	0,123	0,000	0,115
- звездчатая камбала	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030
- желтоперая камбала	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,014
- черный палтус	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,000	0,001
корюшковые, в том числе:	0,000	4,720	0,480	3,216	0,000	0,784	0,000	0,726
- мойва	0,000	4,720	0,480	3,216	0,000	0,784	0,000	0,722
- зубастая корюшка	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
рогатковые, в том числе:	4,870	0,000	0,000	0,200	2,214	0,643	0,000	0,512
- бородавчатый керчак	4,870	0,000	0,000	0,200	2,214	0,643	0,000	0,512
лососевые, в том числе:	0,000	0,000	0,000	1,250	0,000	0,000	0,000	0,000
- кета	0,000	0,000	0,000	0,980	0,000	0,000	0,000	0,000
- чавыча	0,000	0,000	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000
- нерка	0,000	0,000	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000	0,000
сельдевые, в том числе:	0,120	0,000	0,080	0,040	0,513	0,020	0,392	0,052
- тихоокеанская сельдь	0,120	0,000	0,080	0,040	0,513	0,020	0,392	0,052

Биомасса массовых видов во многом зависит от климатических перестроек, способствующих формированию более мощных теплых течений, доставляющих биогены в северную часть Берингова и Чукотское моря, и соответствующему формированию повышенной кормовой базы в этих районах. Подобное развитие фоновых условий природной среды приводит к смещению части рыб в северном направлении, куда они мигрируют вслед за планктонными сообществами, находя на чукотском шельфе также повышенные, вследствие потепления, бентосные ресурсы. Именно изменение климато-океанологических условий способствовало тому, что в конце 2010-х гг. в Чукотском море отмечен аномальный рост запасов тресковых рыб, преимущественно за счет минтая. В 2018-2020 гг. увеличилось присутствие в пределах российского шельфа трески, наваги, камбаловых рыб, зубастой корюшки, в ряде случаев уловы отдельных видов достигали промысловых значений. Напротив, с конца 1990-х гг. наметилось значительное снижение такого холодолюбивого вида как сайка.

Биология массовых рыб в Чукотском море имеет важные особенности (Таблица 2). Одни виды представлены здесь преимущественно молодь и неполовозрелыми особями (навага, корюшка, треска, черный палтус, некоторые виды керчаков), появление более крупных рыб отмечено лишь в климатически теплые годы. Для других свойственно присутствие в большей степени именно старшевозрастных особей (минтай, тихоокеанские лососи, желтобрюхая и звездчатая камбалы), что, вероятно, объясняется лучшей физиологической приспособленностью таких рыб к протяженным нагульным миграциям. Необходимо отметить также, что у многих видов морских рыб (сайка, северная палтусовидная, сахалинская, хоботная камбалы, сельдь, мойва, бородавчатый керчак) в пределах чукотского шельфа наблюдаются меньшие размеры тела, нежели в смежном Беринговом море. Это обусловлено суровыми условиями обитания для большинства

представителей ихтиофауны, для которых акватория Чукотского моря является северной границей ареала со всеми ее вытекающими (продолжительный холодный период года, низкие температуры воздуха и водных масс, сложная ледовая обстановка, малый период для развития кормовой базы, отсутствие благоприятных условий для нереста и т.д.).

**Таблица 2.** Особенности биологии морских рыб в российских водах Чукотского моря по данным траловых съемок в 1995-2020 гг.

Вид	Глубины lim, м	FL lim, см	Выявленные особенности биологии
<i>Theragra chalcogramma</i>	27-270	5-82	Присутствуют молодь $FL < 22$ см, массово крупноразмерные особи, нет рыб $FL 22-44$ см
<i>Boreogadus saida</i>	34-267	3-29	Мельче, чем в Беринговом море
<i>Eleginus gracilis</i>	43-68	5-25	Присутствует в основном молодь $FL < 20$ см
<i>Gadus macrocephalus</i>	43-279	6-78	Присутствуют молодь $FL < 19$ см, единично крупноразмерные особи, нет рыб $FL 19-54$ см
<i>Hippoglossoides robustus</i>	35-267	5-45	Мельче, чем в Беринговом море
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	43-62	19-45	Крупнее, чем в Беринговом море, нет рыб $FL < 19$ см и $> 45$ см
<i>Limanda aspera</i>	43-56	14-37	Присутствуют в основном среднеразмерные рыбы $FL 19-28$ см, нет рыб $FL < 14$ см и $> 37$ см
<i>Platichthys stellatus</i>	54	24-45	Только крупноразмерные особи, нет рыб $FL < 18$ см
<i>Limanda sakhalinensis</i>	44-57	13-24	Мельче, чем в Беринговом море
<i>Limanda proboscidea</i>	43	18	Мельче, чем в Беринговом море
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	42-140	6-44	Присутствуют молодь $FL < 23$ см, единично $FL 25-44$ см, нет рыб $FL > 44$ см
<i>Clupea pallasii</i>	41-186	8-31	Присутствуют молодь $FL < 19$ см, рыбы $FL 20-31$ см, нет рыб $FL > 31$ см. Мельче, чем в Беринговом море
<i>Mallotus villosus catervarius</i>	34-192	4-17	Мельче, чем в Беринговом море
<i>Osmerus mordax dentex</i>	48-57	10-14	Присутствует только молодь $FL < 15$ см
<i>Myoxocephalus verrucosus</i>	40-57	6-50	Мельче, чем в Беринговом море
<i>M. polyacanthocephalus</i>	43-57	7-27	Присутствуют только неполовозрелые рыбы
<i>Gymnocanthus tricuspis</i>	27-172	5-20	Крупнее, чем в Беринговом море
<i>Oncorhynchus keta</i>	42-55	66-82	Миграции крупноразмерных рыб
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	42-54	45-70	Миграции крупноразмерных рыб
<i>Oncorhynchus nerka</i>	47-49	64	Миграции крупноразмерных рыб

В целом представленная в настоящем исследовании информация об особенностях биологии морских рыб российских вод Чукотского моря несет в себе базовые знания о возможных перспективах промыслового использования водных биоресурсов этого арктического водоема. Результатом настоящего обобщения уже явились включение в перечень используемых объектов промысла минтая, корректировка вылова сайки. В то же время удаленность Чукотского моря, его суровые климато-океанологические условия, финансовая затратность экспедиционных работ, приводящая к их нерегулярности, оставляет множество нерешенных вопросов в отношении биологии рыб и возможного их освоения. Дальнейшее изучение биоресурсной составляющей этой акватории необходимо расширить за счет вовлечения в исследования мелководной (бухты, лагуны, устья рек) и глубоководной частей моря, расширения сроков работ, установления мест и сроков возможного нереста рыб, использования различных типов судов и орудий лова.

Авторы выражают искреннюю признательность всем сотрудникам Тихоокеанского, Камчатского, Полярного филиалов и Центрального аппарата ФГБНУ «ВНИРО», принимавшим участие в разные годы в научно-исследовательских работах в Чукотском и

Беринговом морях, а также членам судовых экипажей, оказывавшим всяческую помощь в сборе первичного материала, используемого в настоящей статье.

#### **Список литературы**

Datsky A.V. 2015a. Ichthyofauna of the Russian exclusive economic zone of the Bering Sea: 1. Taxonomic diversity. *Journal of Ichthyology* 55 (6): 792–826.

Datsky A.V. 2015б. Fish fauna of the Chukchi Sea and perspectives of its commercial use. *Journal of Ichthyology* 55 (2): 185–209.

## Оценка динамики и ориентиров управления запасами Калуги *Acipenser dauricus*

Д.С. Диденко<sup>1</sup>, В.Н. Кошелев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Хабаровский филиал ФГБНУ ВНИРО (ХабаровскНИРО), г. Хабаровск

E-mail: [Didenko@khabarovsk.vniro.ru](mailto:Didenko@khabarovsk.vniro.ru)

**Аннотация.** В работе представлены результаты моделирования динамики запаса калуги методом DB-SRA, установлены целевые ориентиры управления промыслом. Оценка проведена на основании данных официального вылова калуги в р. Амур и Амурском лимане, оценок ННН-промысла взятых из ряда научных работ, а также данные съемок 2011 и 2016 гг. **Ключевые слова:** калуга *Acipenser dauricus*, Амурский лиман, методы оценки запасов, нелегальный вылов, метод DB-SRA

Целью работы была ретроспективная оценка динамики биомассы запаса, и нахождение биологических и промысловых целевых ориентиров управления ( $MSY$ ,  $B_{MSY}$  и  $F_{MSY}$ ) калуги в р. Амур и Амурском лимане. Для этого была применена модель DB-SRA из семейства так называемых методов «data-limited» - запасов с ограниченным или бедным информационным обеспечением, процедура расчетов которого реализована в программной среде R в пакете fishmethods (Nelson, 2017).

Формирование входных данных для введения в модель DB-SRA для запаса калуги выполнялась несколькими способами. Первый способ – сбор данных официального вылова калуги в р. Амур и Амурском лимане проводили с использованием данных об уловах из ряда работ (Солдатов, 1915; Никольский, 1956; Енютина, 1962; Wang, Chang, 2006) и ежегодной статистики. Оценка ННН-изъятия была использована из ряда работ (TRAFFIC, 2002; Новомодный и др., 2004; Кошелев, Беспалова, 2007), а также данные съемок 2011 и 2016 гг.

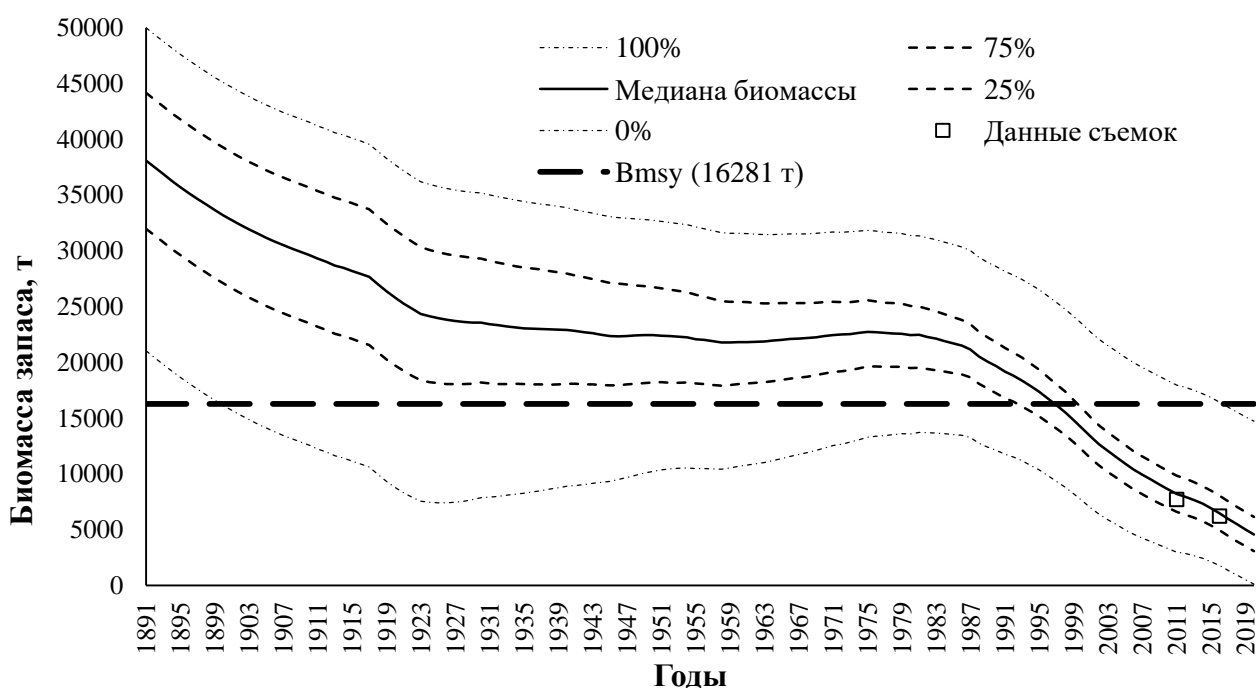
**Таблица.** Апостериорные параметры модели DB-SRA и оцененные целевые ориентиры запаса калуги р. Амур и его лимана

Ориентиры управления запасом				
	Среднее значение	Медианное значение	2.5%	97.5%
MSY - теоретически возможный максимальный устойчивый улов, т	251,973	251,654	142,404	365,823
$B_{msy}$ - биомассы запаса, обеспечивающая MSY, т	16786,974	16280,982	8780,039	26827,729
$F_{msy}$ - величина промысловой смертности, обеспечивающая MSY	0,017	0,016	0,007	0,034
K - биомасса «девственного» необловленного запаса, т	37883,641	38094,363	23895,987	49891,228
Параметры модели				
$F_{msy}/M$	0,609	0,603	0,428	0,833
$B_t/K$	0,174	0,171	0,093	0,276
$B_{msy}/K$	0,463	0,449	0,19	0,794
M	0,028	0,026	0,013	0,055

Эти данные позволили оценить динамика биомассы промыслового запаса калуги за период 1890–2020 гг. (рис. 1.) Величина  $M$ , отношения  $F_{msy}/M$  и  $B_{msy}/K$  и их верхняя и нижняя границы, значения минимальной границы необловленного запаса, медиана возраста полового созревания, отношения  $Vt/K$  и  $V1/K$  были рассчитаны (таблица).

Оцененную биомассу в годы-ориентиры (2011 и 2016 гг.) сопоставляли с оценкой биомассы промыслового запаса калуги этого же года, полученной суммированием оценок по съемке в лимане р. Амур и экспертной оценкой ННН-промысла. Полученные величины биомассы достаточно близки: по модели DB-SRA составляет 8204,77 т и 6443,4 т; по данным сетной съемки в лимане и экспертной оценкой ННН-промысла – 7699,73 т и 6219,48 т в 2011 и 2016 гг. соответственно. Таким образом, полученная модель запаса соответствует нашим представлениям о состоянии запаса калуги.

Полученная модель показывает динамику падения биомассы запаса калуги в моделируемый период лет (1890–2020 гг.). Вплоть до 1927 г. прослеживается стремительное сокращение запаса, после чего запас стабилизировался на 22,0 тыс. т. После 1991 г. биомасса вновь начала сокращаться и данное падение продолжается вплоть до настоящего момента, достигнув уровня 4565,9 т.



**Рис. 1.** Динамика промыслового запаса калуги по модели DB-SRA относительно оцененной величины  $B_{MSY}$

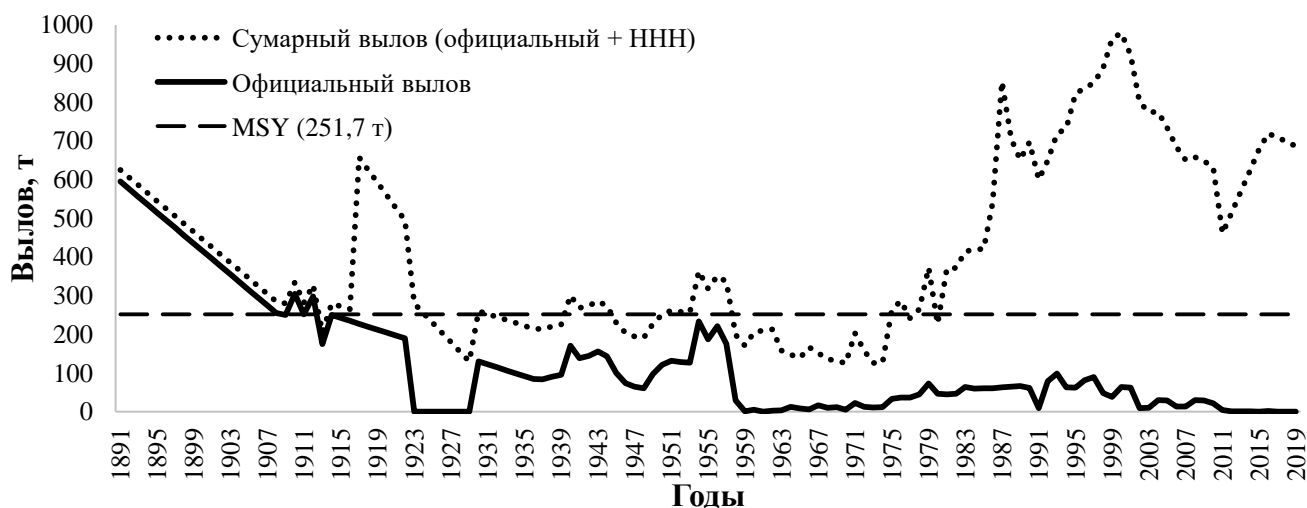
Сравнительный анализ объемов официального и браконьерского изъятий калуги относительно величины найденного ориентира  $MSY$  объясняет динамику биомассы запаса. Два периода сокращения биомассы, является следствием интенсивного перелова в 1890–1925 и 1985–2020 гг. (рис. 1.), вызванное нелегальным промыслом. В эти периоды вылов мог достигать значений в 2 раза превышающих уровня  $MSY$  – 251,7 т, что приводило к сокращению запаса до указанного уровня.

Период 1925–1987 гг. характеризуется относительно «приемлемой» эксплуатацией запаса калуги, не смотря на присутствие ННН-изъятия (рис. 2.). В это время суммарный вылов не превышал уровня  $MSY$ , составляя в среднем 237,6 т. Ежегодные объемы вылова калуги в рассматриваемый период позволяли сохранить стабильный уровень биомассы.

Моделирование прогнозной динамики запаса калуги проводилось с помощью модифицированного уравнения модели DB-SRA, которая была апробирована на запасах севрюги Каспийского моря (Сафаралиев и др., 2019; Ye, Valbo-Jorgensen, 2012). Изменение

уравнения модели позволят смоделировать прогнозную динамику запаса при дополнительных параметрах – задаваемые объемы ННН-изъятия (IC) и ежегодное пополнение от искусственного воспроизводства (R) от двух ОРЗ – Анюйского (Хабаровский край) и Владимировского (ЕАО).

Моделирование сценариев прогнозной динамики биомассы промыслового запаса калуги показало, что ННН-изъятие является доминирующим фактором, препятствующим восстановлению запаса. Для восполнения убыли от ННН-изъятия при 10% и более от запаса необходимо значительно интенсифицировать искусственное воспроизводство калуги.



**Рис. 2.** Динамика изъятия промыслового запаса калуги р. Амур за период 1910–2019 гг. относительно оцененной величины MSY

Моделирование показало, что при максимально благоприятных условиях: полной ликвидации браконьерского вылова и сохранении текущего уровня искусственного воспроизводства запас достигнет целевого ориентира  $V_{MSY}$  в 16281,0 т к 2058 году.

Благодарности. Авторы выражают благодарность И.А. Сафаралиеву (ФГБНУ «КаспНИРХ», г. Астрахань) за переданный опыт и помощь в освоении современных моделей.

### Список литературы

Енютин Р.И. 1962. Некоторые вопросы биологии калуги в нижнем течении и лимане Амура. Известия ТИНРО 58: 156-164.

Кошелев В.Н., Беспалова Е.В. 2007. Оценка уровня промысла амурских осетровых // Экология и безопасность водных ресурсов. Мат-лы рег. науч.-прак. конф. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС. С. 137-142.

Новомодный Г.В., Золотухин С.Ф., Шаров П.О. 2004. Рыбы Амура: богатство и кризис. Владивосток: Изд-во Апельсин. С. 21-34.

Солдатов В.К. 1915. Исследование осетровых Амура // Материалы к познанию русского рыболовства 3 (12). Петроград. Изд-во Киршбаума, 415 с.

Сафаралиев И.А., Рубан Г.И., Булгакова Т.И. 2019. Каспийская севрюга: распределение, оценка запаса и сценарии восстановления волжской популяции. М.: Изд-во ВНИРО, 56 с.

Dick E.J., MacCall A.D. 2017. Depletion-based stock reduction analysis: a catch based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks. Fish. Res. 110: 331–341.

Nelson G.A. 2017. Fishmethods: fishery science methods and models in R. R package version 1.10-0.4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://CRAN.R-project.org/package=fishmethods>.

TRAFFIC. 2002. Report of Illegal Sturgeon Fishing in Amur Basin. Moscow, 45 p.

- Sarkar D. 2008. *Lattice: Multivariate Data Visualization with R*. Springer, New York, 268 p.
- Ye Y., Valbo-Jorgensen J. 2012. Effects of IUU fishing and stock enhancement on and restoration strategies for the stellate sturgeon fishery in the Caspian Sea. *Fish. Res.* 131-133 (21-29).
- Wang B., Chang J. 2006. Status and conservation of sturgeons in Amur River, China: A review based on surveys since the year 2000. *J. Appl. Ichthyol.* 22 (Suppl. 1): 44-52.



## Состав и динамика количественных показателей зоопланктона Шульбинского водохранилища в 2003-2019 годы

*А.А. Евсева*

Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), Россия, г. Ханты-Мансийск  
E-mail: [annaeco@mail.ru](mailto:annaeco@mail.ru)

**Аннотация.** Представлены некоторые результаты изучения видовой структуры и биоразнообразия зоопланктона Шульбинского водохранилища, а также его количественного развития за период 2003-2019 гг. Изменения структуры и количественных показателей зоопланктона по годам указывают на возможное снижение трофического статуса водохранилища.

**Ключевые слова:** зоопланктон, Шульбинское водохранилище, трофность

Шульбинское водохранилище является третьим, последним в Верхне-Иртышском каскаде водохранилищ. Водохранилище русловое, имеет комплексное назначение: сезонное регулирование боковой приточности на участке между Бухтарминской и Шульбинской ГЭС (аккумулирование стока рр. Ульба и Уба с целью использования его на фоне попусков Бухтарминского водохранилища для весеннего обводнения поймы р. Иртыш). Строительство водохранилища начато в 1976 г., 1987 г. – пуск первого агрегата ГЭС, последнего – 1994 г., 2004 г. – сдан в эксплуатацию судоходный шлюз). Шульбинское водохранилище до сих пор не достроено. Оно работает в сезонном режиме регулирования стока при объеме 3 млрд. м<sup>3</sup>, тогда как по проекту регулирование стока должно быть многолетним при полном объеме водохранилища 10 млрд. м<sup>3</sup> (Козлов, Беляков, 2009).

В результате эксплуатации Шульбинского водохранилища химический состав его поверхностных вод окончательно сформирован и достаточно стабилен. К основным факторам, определяющим изменение химического состава вод водохранилища, можно отнести питающие его притоки Иртыша – реки Красноярка и Глубочанка, после прохождения которых вода поступает в водоем, а также изменение уровня воды в водоеме и хозяйственно-бытовая деятельность близлежащих поселков. В целом, вода Шульбинского водохранилища является приемлемой средой обитания для гидробионтов по большинству показателей. Превышения рыбохозяйственных ПДК по некоторым ингредиентам (аммонийному азоту, тяжелым металлам и нефтепродуктам) создают не совсем благоприятное воздействие на водные организмы (Тирская, Куликова, 2013).

За более 30 лет существования Шульбинского водохранилища накоплен обширный материал по зоопланктону Шульбинского водохранилища, который можно рассматривать как одно из основных звеньев, используемых при описании и прогнозировании состояния водоема. Материалы по зоопланктону Шульбинского водохранилища опубликованы в ряде статей (Стуге, Крупа, 1997; Евсева, 2010, 2015, 2018, 2019), однако большая часть результатов исследований находится в фондовых отчетах Алтайского филиала «Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства».

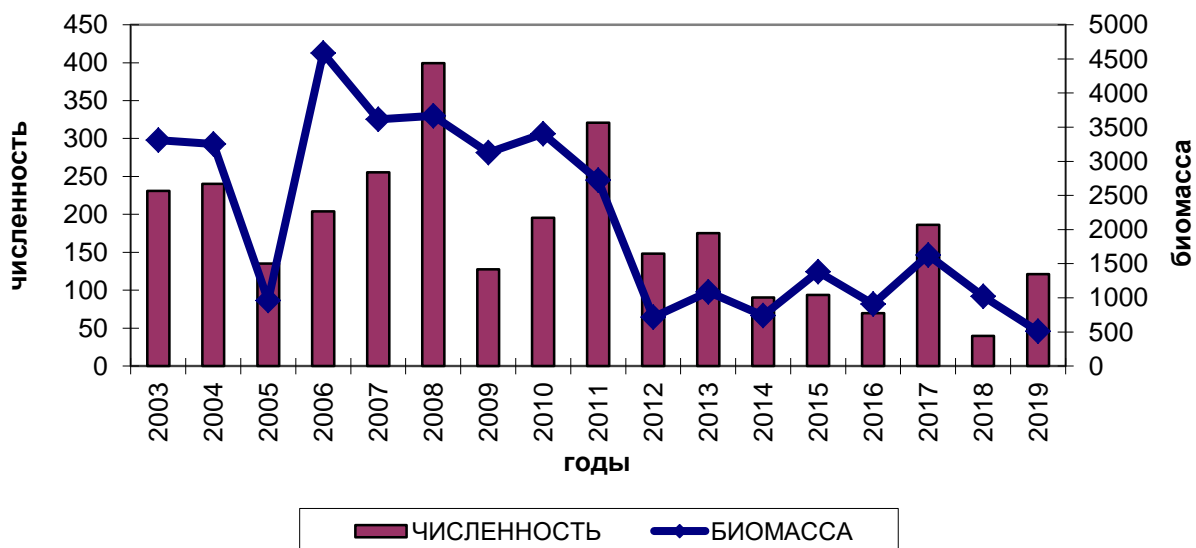
**Материал и методика.** Исследования проводили в мае, июле и августе 2003-2019 гг. на 13 станциях: верхняя часть – Уба-Форпост, Азовое, Пьяный яр, Ковалевка, верхний бьеф; средняя часть - Осиха, залив Кызылсу, мыс Кызылсу, устье Кызылсу, мыс Беткудук; нижняя часть - Клементьевка, Шульбинский залив, залив Смородиновый. Отбор и обработку проб проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Руководство..., 1992, Методические рекомендации..., 1984). Зоопланктон отбирали сетью Джеди вертикальным протягиванием от дна до поверхности. Пробы обрабатывали в камере Богорова, при определении различных групп организмов использовали соответствующие определители. Для расчета биомассы применяли уравнения, приведенные в работе (Балушкина, Винберг,

1979). Гидробиологические пробы отбирали на каждой станции из двух биотопов: прибрежного (литораль) и удаленного от берегов (пелагиаль). Продуктивность водоема определяли по «шкале трофности», разработанной С.П. Китаевым (Китаев, 2007). Кормность водоема определяли согласно рыбохозяйственной классификации М.Л. Пидгайко (Пидгайко, 1984).

**Таксономический состав.** В 2003-2019 гг. в составе зоопланктонного комплекса обнаружено около 60 таксонов: 33 – коловраток Rotifera, 7 – веслоногих рачков Copepoda и 20 ветвистоусые рачков Cladocera. Среди коловраток отмечены *Euchlanis sp.*, *Eothinia sp.*, *E. elongata* (Ehrenberg), *Trichocerca sp.*, *T. pusilla* (Lauterborn), *Trichotria sp.*, *Gastropus stylifer* (Imhof), *Synchaeta kitina* Rousselet, *Polyarthra dolichoptera* (Idelson), *Asplanchna sp.*, *A. priodonta* (Gosse), *Bipalpus hudsoni* (Imhof), *Lecane sp.*, *L. luna* (Muller), *Brachionus sp.*, *B. quadridentatus* (Hermann) (Hermann), *B. quad. melheni* Barrois et Daday, *B. angularis* Gosse, *B. rubens* Ehrenberg, *B. calyciflorus* Gosse, *B. calyciflorus anuraeiformis* Brehm, *B. cal. spinosus* Wierzejski, *Platylabus quadricornis* (Ehrenberg), *Keratella cochlearis* (Gosse), *K. cochlearis tecta* (Gosse), *K. quadrata* (Muller), *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Notholca sp.*, *N. squamula* (Muller), *N. acuminata* (Ehrenberg), *Conochilus unicornis* (Rousselet), *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *Hexarthra mira* (Hudson); среди веслоногих рачков - *Neurodiaptomus incongruens* (Poppe), *Acanthocyclops viridis* (Jurine), *A. vernalis* (Fischer), *Cyclops vicinus* (Uljanine), *Mesocyclops leuckarti* (Claus), *Thermocyclops crassus* (Fischer), *Harpacticoida sp.*; среди ветвистых рачков - *Alona rectangula* (Sars), *Ilyocryptus sordidus* (Lievin), *Alonella excisa* (Fischer), *Pleuroxus aduncus* (Jurine), *Chydorus sphaericus* (Muller), *Moina brachiata* (Jurine), *Macrothrix laticornis* (Jurine), *Disparalona rostrata* (Koch), *Bosminopsis deitersi* Richard, *Bosmina longirostris* (Muller), *Diaphanosoma brachyurum* (Levin), *Sida crystallina* (Muller), *Daphnia longispina* (Muller), *D. cucullata* (Sars), *D. galeata* (Sars), *Ceriodaphnia quadrangula* (Muller), *C. reticulata* (Jurine), *Bythotrephes longimanus* Leydig, *Leptodora kindti* (Focke).

Наибольшее таксономическое обилие отмечено в 2009-2010 гг., наименьшее – в 2014 г., причем среди таксонов основной вклад вносили коловратки. Доминантами по частоте встречаемости среди коловраток были *P. dolichoptera* (65-100%), *A. priodonta* (58-100%), *K. quadrata* (63-82%), *K. longispina* (58-100%), *C. unicornis* (58-92%); среди веслоногих рачков – *M. leuckarti* (58-100%); среди ветвистых рачков – *D. cucullata* (50-100%).

**Количественные показатели.** В динамике продуктивности зоопланктона Шульбинского водохранилища за период 2003-2019 гг. прослеживается два периода: 1) 2003-2011 гг., когда средние значения биомассы были в диапазоне 2-4 г/м<sup>3</sup>, средний класс продуктивности, β-мезотрофный тип водоема; 2) 2012-2019 гг., когда средние значения биомассы находились в рамках низкого-умеренного класса (0,5-2 г/м<sup>3</sup>), олиготрофный – α-мезотрофный тип водоема (Рисунок).



**Рисунок.** Динамика численности (тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона Шульбинского водохранилища в 2003-2019 гг.

В соответствии с рыбохозяйственной классификацией М.Л. Пидгайко и др. в Шульбинском водохранилище в 2003-2004, 2006-2011 гг. уровень кормности был выше среднего (2,1-5,0 г/м<sup>3</sup>), в 2013, 2015, 2017, 2018 гг. – средний (1,1-2,0 г/м<sup>3</sup>) и в 2005, 2012, 2016, 2019 гг. – малокормный (до 1,0 г/м<sup>3</sup>). Наиболее низкий уровень развития зоопланктона был отмечен в 2019 г. – 121,1 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 512 мг/м<sup>3</sup>, наибольший – в 2006 г. Средние значения численности и биомассы зоопланктона по водохранилищу в 2006 г. составили 204,1 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 4583 мг/м<sup>3</sup>, что соответствовало повышенному классу развития зоопланктонных беспозвоночных, α-эвтрофный тип по шкале Китаева. Основной вклад в значения биомассы вносили ветвистоусые рачки *D. cucullata*, численность которого в пробах варьировала в широких пределах (6,8-357,7 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Почти по всем станциям исследований наибольшие показатели биомассы характерны для прибрежной зоны, в открытой части водохранилища они обычно ниже двух грамм. Кроме того, для распределения зоопланктона свойственна закономерность: количество планктонных беспозвоночных в Шульбинском водохранилище снижается от его верхней части к нижней, что связано с изменением глубин, температурного режима, а также с недоиспользованием кормовой базы рыбами в приплотинных районах. За период 2012-2019 гг. в Шульбинском водохранилище продуктивность зоопланктона варьировала в пределах низкого-умеренного классов продуктивности. Численно преобладали веслоногие рачки, по биомассе – ветвистоусые рачки. По сравнению с 2003-2011 гг. плотность и биомасса зоопланктона снизилась в 3-4 раза. Возможной причиной может являться увеличившийся пресс рыб.

#### Список литературы

- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. 1979. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных. Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: Наука, 169–172.
- Евсеева А.А. 2010. Зоопланктон и оценка экологического состояния Шульбинского водохранилища. *Selevinia*. Казахстанский зоологический ежегодник. – Алматы, 112–116.
- Евсеева А.А. 2015. Планктонные ракообразные каскада Верхне-иртышских водохранилищ (Казахстан) // XIII Международная научная конференция «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения» (Россия, г. Санкт-Петербург, 21-22.08.2015 г.). Ежемесячный научный журнал №7(12)/2015, 28–31.
- Евсеева А.А. 2018. Таксономический состав и количественные показатели зоопланктона Шульбинского водохранилища в 2013-2017 годы // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф., приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском гос. ун-те направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» / отв. ред. Г. А. Москул. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 69–75.
- Евсеева А.А. 2019. Структура и динамика количественных показателей зоопланктона Шульбинского водохранилища // Состояние водных биологических ресурсов и аквакультуры Казахстана и сопредельных стран: Сборник научных трудов, посвященный 90-летию НПП РК (г. Алматы, сентябрь 2019 г.). – Алматы: Казак университеті, 57–67.
- Китаев С. П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Ин-т биологии. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 394 с.
- Козлов Л.Н., А.А. Беляков А.А. 2009. Иртышско-Обская глубоководная магистраль от Китая до северного морского пути в составе транспортно-энергетической водной системы (ТЭВС) Евразии. *Евразийская экономическая интеграция* 3 (4): 132-143
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. 1984. Л., 33 с.
- Пидгайко М.Л. 1984. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М., 208 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. 1992. Л.: Гидрометеиздат, 240 с.

Стуге Т.С., Крупа Е.Г. 1997. О составе и развитии зоопланктона Шульбинского водохранилища. Известия МН – АН РК. Серия биологическая и медицинская 3: 37–41.

Тирская Н.А., Куликова Е.В. 2013. Особенности гидрохимического режима Шульбинского водохранилища. Гидрометеорология и экология 1: 129–136.

## К вопросу о пересчете среднемноголетних норм гидрометеорологических характеристик в эпоху глобальных климатических изменений XXI века

*А.А. Канищев*

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М.Книповича), г. Мурманск  
E-mail: [kanishchev@pinro.ru](mailto:kanishchev@pinro.ru)

**Аннотация.** Исследованы региональные особенности изменения норм температуры воздуха, температуры поверхностного слоя моря и количества штормовых дней в дальних районах Северной Атлантики за два 30-летних периода: 1981–2010 и 1991–2020 гг. Показано, что отличия климатических норм за эти два периода имеют свои специфические особенности для морей Лабрадор, Ирмингера и подрайона Ньюфаундленд.

**Ключевые слова:** климат, нормы, море Лабрадор, море Ирмингера, подрайон Ньюфаундленд, температура воздуха, температура поверхностного слоя моря, количество штормовых дней.

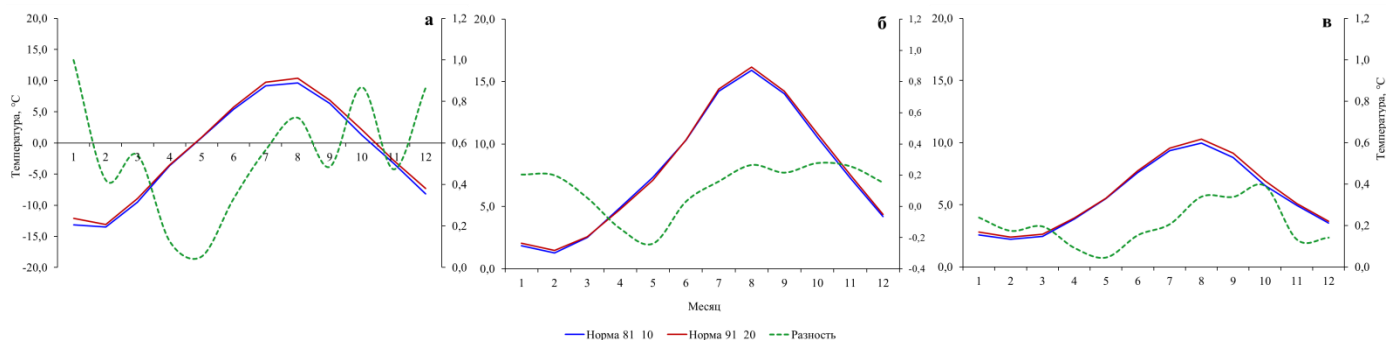
На всем протяжении истории Земли эволюция биосферы определялась климатическими условиями и в то же время сама оказывала на них воздействие. Хорошо известны изменения климата в геологическом прошлом, которые приводили к смещениям границ природных зон, изменениям видового состава флоры и фауны. Вместе с тем именно в высоких широтах, согласно Г.Г. Матишову (2001), естественные климатические изменения достигают наибольшего размаха и ведут к наиболее серьезным последствиям. В свою очередь, по мнению С.Л. Дженюка (2001), любые оценки вековых изменений климата состоятельны только при наличии исходных данных, отвечающих определенным требованиям.

По данным Г.Г. Матишова и др. (2014), в XX – начале XXI столетия наиболее ярко выраженные аномалии климата наблюдались в морских экосистемах Северного рыбохозяйственного бассейна (потепления 1920–1930-х и 2000-х гг., похолодания в середине и в последние годы XX века). Принимая во внимание высокую значимость аномалий климата, в частности их влияние на биологическую продуктивность и биоресурсы морей, очевидна необходимость их непрерывного мониторинга.

Ряд исследователей (Коршунова, Швець, 2014) считают, что одним из наиболее актуальных показателей климатических изменений является изменение среднемноголетних норм, вычисленных за последовательные периоды времени, причем, согласно регламента Всемирной метеорологической организации (ВМО) период осреднения для получения норм должен составлять 30 лет. В этой связи определенный интерес представляет сравнение изменений климатических норм за периоды 1981-2010 и 1991-2020 гг. по таким показателям, как температура воздуха, температура поверхностного слоя моря (ТПСМ) и количество штормовых дней в целях выявления их особенностей в дальних районах Северной Атлантики (подрайон Ньюфаундленд, моря Ирмингера и Лабрадор), что и является целью данной работы.

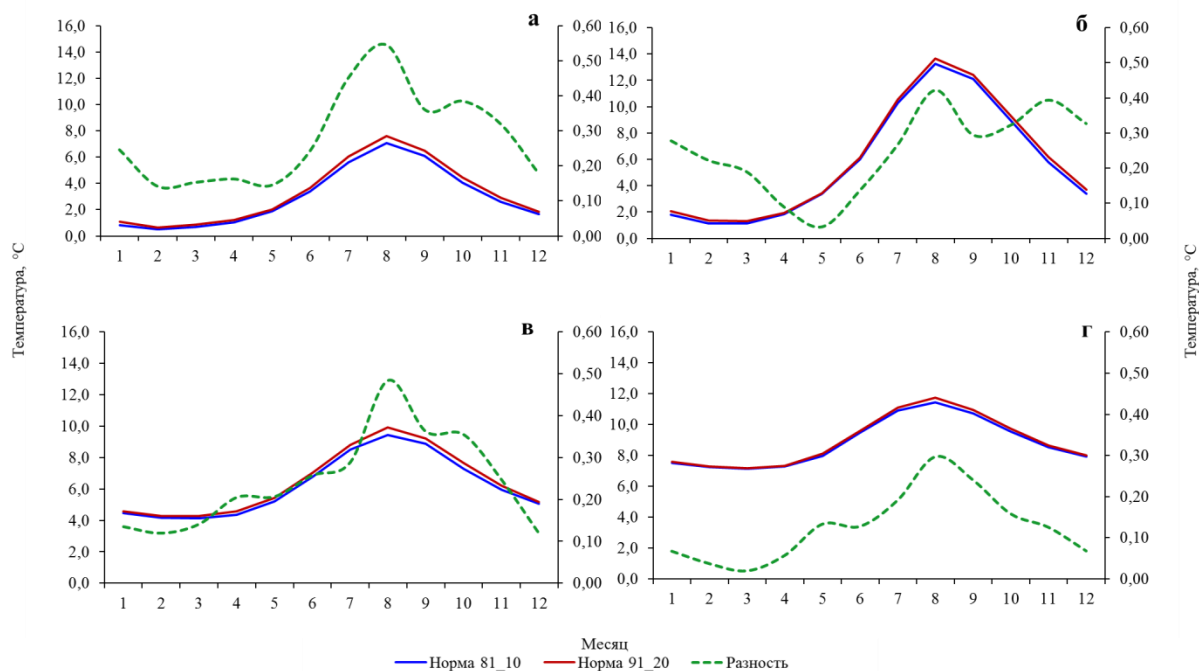
Как видно из рисунка 1, по температуре воздуха обе рассчитанные нормы имеют схожий годовой ход: последовательный подъем в зимне-весенние месяцы с выходом на пик в июле-августе и последующим снижением в октябре-декабре. Вместе с тем выявлен и ряд особенностей в различных районах. Так, на акватории моря Лабрадор (рисунок 1а) минимальная разность между нормами (0,05 °С) отмечалась в апреле-мае, тогда как максимальные (0,8-1,0 °С) – в январе и октябре. В подрайоне Ньюфаундленд (рисунок 1б) наибольшая отрицательная разность (до -0,2 °С) также наблюдалась весной, в то время как далее прослеживался выход кривой разности на плато с колебаниями в диапазоне 0,2-0,3 °С. В море Ирмингера (рисунок 1в) минимальная разность отмечена в мае (0,05 °С), тогда как

наибольшее положительное отклонение (до 0,4 °С) – в октябре.



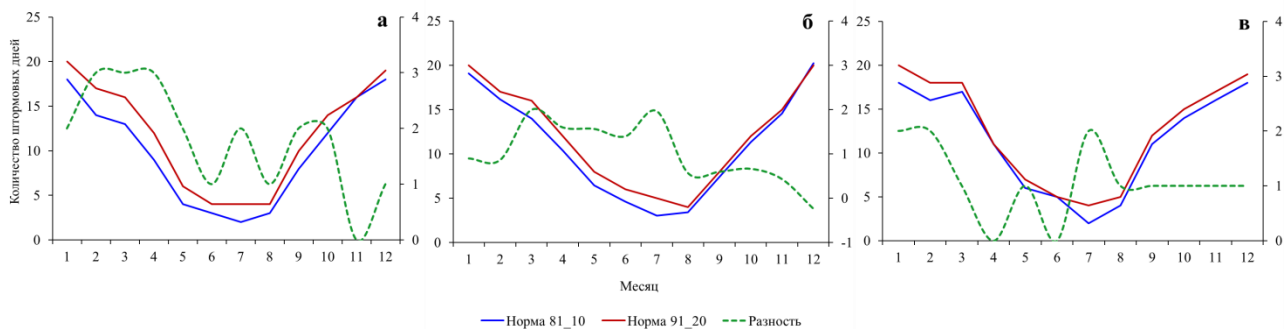
**Рис. 1.** Нормы температуры воздуха и их разности за период 1981-2010 и 1991-2020 гг. в море Лабрадор (а), подрайоне Ньюфаундленд (б) и море Ирмингера (в)

Согласно рисунка 2, годовой ход норм температуры поверхностного слоя моря в районе субполярного круговорота и течения Ирмингера (рисунок 2в, г) во многом повторяет структуру, описанную для температуры воздуха, за исключением того, что в районе субполярного круговорота наибольшая рассчитанная разность норм в августе была несколько выше, чем в области течения Ирмингера (0,3 °С) (рисунок 2г), и составила 0,5°С (рисунок 2в). В двух других районах, расположенных западнее, (рисунок 2а, б) наибольшие разности (до 0,6 °С) отмечались в августе в море Лабрадор, тогда как в подрайоне Ньюфаундленд максимальная разность норм оказалась несколько меньше и составила 0,4°С.



**Рис. 2.** Нормы температуры поверхностного слоя моря и их разности за период 1981-2010 и 1991-2020 гг. в море Лабрадор (а), подрайоне Ньюфаундленд (б) и море Ирмингера (в, г)

Сезонный ход норм количества дней с ветром более 15 м/с имел схожую тенденцию: минимум приходился на весенне-летний период с последующим увеличением осенью и зимой. В целом, разность между нормами для трех рассматриваемых районов не превышала трех дней, причем, если в море Лабрадор и подрайоне Ньюфаундленд наибольшая разность преобладала преимущественно зимой и весной, то в море Ирмингера весной и летом она стремилась к нулю, а с сентября по декабрь не превышала 1 дня (рисунок 3а, б, в).



**Рис. 3.** Нормы количества штормовых дней и их разности за период 1981-2010 и 1991-2020 гг. в море Лабрадор (а), подрайоне Ньюфаундленд (б) и море Ирмингера (в).

Таким образом, результаты настоящей работы свидетельствуют в пользу происходящих процессов потепления и увеличения штормовой активности на акватории дальних районов Северной Атлантики. Вместе с тем, наибольшие разности между нормами 1991-2020 и 1981-2010 гг. составили:

- по температуре воздуха для подрайонов Лабрадор и Ньюфаундленд — от 0,2 до 0,9°C; для моря Ирмингера — 0,4°C;
- по температуре поверхностного слоя моря — от 0,4 до 0,6°C для моря Лабрадор и банки Большой Ньюфаундлендской; для бассейна моря Ирмингера — 0,3-0,5°C;
- по количеству штормовых дней разность между нормами в пределах рассматриваемых акваторий не превышала 3.

### Список литературы

Дженюк С.Л. 2001. Особенности использования климатических данных для оценок вековых изменений морской среды // Вековые изменения морских экосистем Арктики. Климат, морской перигляциал, биопродуктивность. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН: 146-153.

Коршунова Н.Н., Швець Н.В. 2014. Изменение норм основных климатических параметров на территории России за последнее десятилетие. Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных 178: 11-24.

Матишов Г.Г. 2001. Морские экосистемы Арктики в условиях глобальных климатических изменений. Вековые изменения морских экосистем Арктики. Климат, морской перигляциал, биопродуктивность. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 5-10.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., Жичкин А.П. 2014. Современные океанологические процессы в западноарктических и южных морях России // Морские экосистемы и сообщества в условиях современных климатических изменений. СПб.: Реноме, С. 13-30.



## К вопросу инвазии гигантской устрицы *Crassostrea gigas* Thunberg в прибрежные воды Черного моря Абхазии

М.Р. Каталандзе<sup>1</sup>, М.Л. Гозуа<sup>1</sup>, Н.Н. Небесихина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт экологии АН Абхазии, г. Сухум

<sup>2</sup>АзНИИРХ, г. Ростов-на-Дону

E-mail: [marika.katalandze@bk.ru](mailto:marika.katalandze@bk.ru)

**Аннотация.** В публикации представлены результаты морфометрических и генетических исследований нового для акватории Абхазии вида моллюсков *Crassostrea gigas*, а также затрагиваются причины массового исчезновения автохтонного вида для Черного моря - европейской устрицы *Ostrea edulis* L. и появления аллохтонного вида гигантской устрицы. Обсуждаются факторы, способствующие ее успешной акклиматизации.

**Ключевые слова:** европейская устрица, гигантская устрица, Черное море, Абхазия, гаплотип, цитохромоксидаза (COI).

Европейская устрица *Ostrea edulis* L., по данным Т.Ф. Кракатицы (Кракатица, 1976), формировала многочисленные банки в северо-западной части Черного моря (Егорлыцкий, Каркинитский, Джарылгачский заливы), в Керченском проливе, в районе Севастополя, у берегов Абхазии (Гудаутская банка) с общим количеством более 80 млн. моллюсков. В настоящее время свое промысловое значение данный вид полностью утратил, и устрицы на этих участках практически не встречаются, лишь в незначительных количествах штормом выкидываются створки раковин. Этому способствовал комплекс факторов, таких как появление вселенца рапаны *Rapana thomasi*, который оказался серьезным врагом моллюсков, пресс грибковых заболеваний и усиление антропогенного воздействия.

Однако, за последние несколько лет, на причальных сооружениях и волнорезах г. Очамчира и г. Сухума наблюдаются небольшие скопления устриц, неизвестной видовой принадлежности. Морфологически они отличаются от аборигенных видов. Целью работы являлась исследование устриц, установление их видовой принадлежности и происхождения. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: исследование морфометрических особенностей выловленных экземпляров устриц; изучение митохондриальной последовательности нуклеотидов в гене субъединицы I цитохромоксидазы (COI).

Материалы (устрицы) были собраны аквалангистами в летний период 2019 года, на главной биостанции Института экологии АНА на вершине Сухумского мыса.

Всего было собрано 78 особей устриц с глубины 1-2м, которых временно содержали в аквариуме. Из этого числа 13 особей были зафиксированы в этаноле, а 26 заморожены для дальнейших генетических исследований, а остальные 39 экземпляров устриц были измерены и взвешены, и составлены вариационные ряды по длине и массе тела. (Табл. 1 и Табл. 2).

**Таблица 1.** Вариационный ряд по длине тела.

L (мм)	14- 18	19- 23	24- 28	29- 33	34- 38	39- 43	44- 48	49- 53	54- 58	59- 63	64- 68	69- 73	74- 78	79- 83	84- 88
n	1					1	3	4	6	7	3	7	4	1	2



Таблица 2. Вариационный ряд устриц по общей массе тела.

	13-17	18-22	23-27	28-32	33-37	38-42	43-47	48-52	53-57	58-62	63-67	68-72	83-87	68-72	73-77	78-82	83-87
n	1	5	5	8	2	4	5	3	1	2	-	2	1	2	-	-	1

Нами были исследованы все параметры по длине и по массе тела. Изучение собранного материала показало, что максимальная длина моллюсков - 85мм, а минимальная - 14мм, при этом у всех экземпляров устриц заметно варьируют морфометрические параметры.

У 26 экземпляров устриц были отрезаны жабры и зафиксированы в этаноле. Они были отправлены в лабораторию генетики в Азово-Черноморский филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АЗНИИРХ») в г. Ростов-на-Дону для определения видовой принадлежности. Для этого были использованы следующие методы исследования: выделение ДНК методом абсорбции на колонках (PALL) (Ivanova, deWaard, Hebert, 2006), количественная оценка выделенной ДНК флуориметрическим методом с использованием флуориметра «MaxLife» (ООО «МВМ-Диагностика», Россия) и предлагающемуся к нему набора реагентов для измерения концентрации двухцепочной ДНК «dsDNA-500», амплификация участка гена COI митохондриальной ДНК проводили с использованием праймеров: LCO1490 ((5'-GGTCAACAATCATAAAGATATTGG-3') and HCO2198 (TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA-3') (Folmer et al, 1994).

У 18 особей устриц была определена нуклеотидная последовательность размером 598 п.н. Полученные фрагменты нуклеотидной последовательности соответствует участку гена субъединицы I цитохром оксидазы (COI) с 15621 по 16218 позиции полногеномной последовательности митохондриальной ДНК *Crassostrea gigas* (GenBank, AF177226.1). В исследованной выборке устриц выявлено два митохондриальных гаплотипа: Ust\_COI\_Hap1 и Ust\_COI\_Hap2, которые отличаются друг от друга одной заменой (T/C) в 346 позиции. Гаплотип Ust\_COI\_Hap1 отмечается у 17 особей устриц в выборке и лишь у 1 особи устрицы выявлен гаплотип Ust\_COI\_Hap2. (рис. 1).

**Crassostrea gigas mitochondrial DNA, complete genome**

Sequence ID: [AF177226.1](#) Length: 18224 Number of Matches: 1

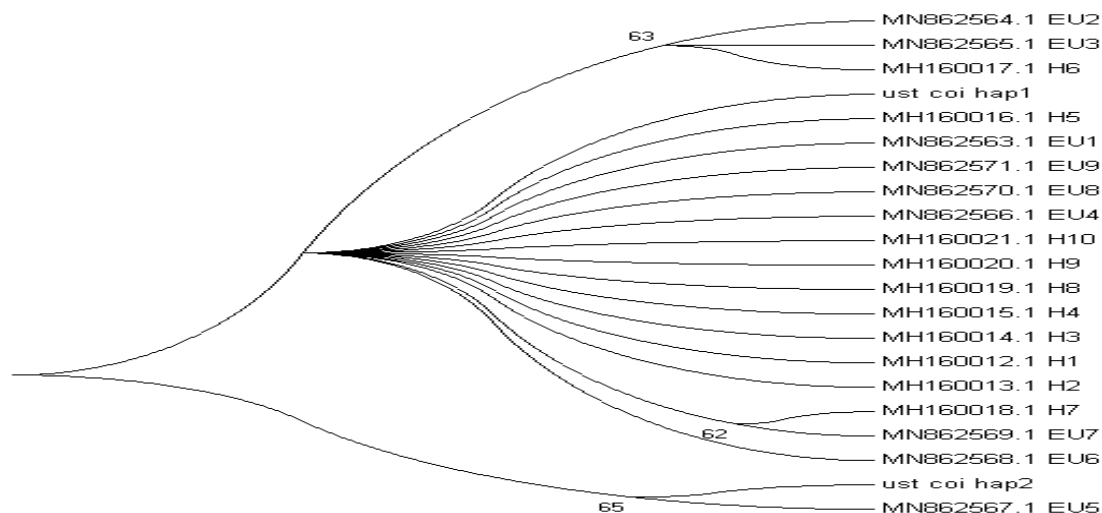
Range 1: 15621 to 16218 [GenBank](#) [Graphics](#)

[Next Match](#) [Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
1105 bits(598)	0.0	598/598(100%)	0/598(0%)	Plus/Plus
Query 1		TGGAAGGTTTATATAGTATTTGGATTTTGGAGCTGTTCTTGC GGGAAC TAGGTTTAGGTC		60
Sbjct 15621		TGGAAGGTTTATATAGTATTTGGATTTTGGAGCTGTTCTTGC GGGAAC TAGGTTTAGGTC		15680
Query 61		TCTTATTCGTTGGAGACTTTTATAACCCCTGGAGCTAAGTTTTTAGACCCCGTGACTTATAA		120
Sbjct 15681		TCTTATTCGTTGGAGACTTTTATAACCCCTGGAGCTAAGTTTTTAGACCCCGTGACTTATAA		15740
Query 121		TGCAGTTGTAAC TAGGCATGCGTTGGTTATGATTTTTCTTTGTTATACCTGTAATAAT		180
Sbjct 15741		TGCAGTTGTAAC TAGGCATGCGTTGGTTATGATTTTTCTTTGTTATACCTGTAATAAT		15800
Query 181		TGGGGGGTTTGGTAACTGGCTTATCCCTTTGATGCTTCTAGTAGCAGACATGCAATTTCC		240
Sbjct 15801		TGGGGGGTTTGGTAACTGGCTTATCCCTTTGATGCTTCTAGTAGCAGACATGCAATTTCC		15860
Query 241		TCGATTAAATGCATTTAGATTTTGGAGTTTGGCCAGGGTCTCTTTATCTTATGCTTATGTC		300
Sbjct 15861		TCGATTAAATGCATTTAGATTTTGGAGTTTGGCCAGGGTCTCTTTATCTTATGCTTATGTC		15920
Query 301		TAACATTTGTAGAAAACGGAGTTGGGGCAGGGTGAACAAATTTACCTCCTTTATCAACTTA		360
Sbjct 15921		TAACATTTGTAGAAAACGGAGTTGGGGCAGGGTGAACAAATTTACCTCCTTTATCAACTTA		15980
Query 361		CTCTTATCATGGAGTTTGTATAGACCTTGCAATTCTAAGCCTTACCTTCTGCTGGTATTAG		420
Sbjct 15981		CTCTTATCATGGAGTTTGTATAGACCTTGCAATTCTAAGCCTTACCTTCTGCTGGTATTAG		16040
Query 421		CTCTATTTTCAGGTC AATTAATTTTCATAGTAACGATTAGAAAATATGCGATCTGTTGGGGG		480
Sbjct 16041		CTCTATTTTCAGGTC AATTAATTTTCATAGTAACGATTAGAAAATATGCGATCTGTTGGGGG		16100
Query 481		CCATTTACTAGCACTATTCCCTTGATCTATTAAAGGTTACTTCAATTCCTTCTTTGACTAC		540
Sbjct 16101		CCATTTACTAGCACTATTCCCTTGATCTATTAAAGGTTACTTCAATTCCTTCTTTGACTAC		16160
Query 541		TCTCCAGTGTAGCTGGAGGCTTACTATACCTTTTGGACTGATCGTCAATTTAATACC		598
Sbjct 16161		TCTCCAGTGTAGCTGGAGGCTTACTATACCTTTTGGACTGATCGTCAATTTAATACC		16218

**Рис. 1.** Результат BLAST-анализа полученной последовательности COI устрицы в базе данных National Center for Biotechnology Information

Последовательность гаплотипа Ust\_COI\_Hap1 имела 100 % совпадение с последовательностью MN862568.1 – *C. gigas* природной популяции гигантской устрицы в Мраморном море (Ozcan Gokcek et al, 2020). Гаплотипа Ust\_COI\_Hap2 в базе данных GenBanck не зарегистрирован (Рис. 2)



**Рис. 2.** Филогенетическое дерево (NJ), построенное на основе нуклеотидных последовательностей COI представителей вида *Crassostrea gigas*.

Причиной распространения Гигантской устрицы *C. gigas*, по мнению Орленко (1994), объясняется ее приспособлением к разнообразным условиям среды, быстрым ростом, большими размерами формы тела (до 140мм), быстрым достижением половой зрелости (в первом году жизни), очень высокой плодовитостью (от 3 до 50 млн икринок), а также наличием ценных вкусовых качеств, которые обуславливают широкое культивирование в мариккультуре.

Таким образом, нами обнаружены особи вида – *C. gigas*, ранее не встречавшегося у берегов Абхазии. Естественным ареалом обитание данного вида является Тихий океан. Вид акклиматизирован в водах Черного моря и выращивается в мариккультуре в промышленных масштабах, а их высокая численность и широкое распространение указывает на возможность формирования естественно воспроизводящейся популяции в Черном море. При этом, нами не установлен факт обитания европейской устрицы *O. edulis* L. на исследуемой акватории.

#### Список литературы

Кракатица Т.Ф. 1976. Биология черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. – Киев: Наукова думка 2: 79 с.

Орленко А.Н. 1994. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Grassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы ее трансплантации в Черное море. Зоол. журнал. 1: 51-54.

Ivanova N.V., de Waard J., Hebert P.D.N. 2006. An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high-quality DNA. Mol. Ecology Notes. 6: 998–1002.

Folmer O., Black M., Hoeh W. et al., 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Mol. Mar. Biol. Biotechnol. 3 (5): 294–299

Ozcan Gokcek E., Acarli S., Karahan B., Vural P. and Koban Bastanlar E. 2020. First molecular record of the pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg, 1793) in the Marmara Sea, Turkey. Mar. Sci. Technol. Bull. 9 (1): 23-31. DOI: 10.33714/masteb.668529.

## О некоторых препаратах для лечения цестодозов объектов аквакультуры

А.А. Керимова<sup>1</sup>, В.Н. Хорошельцева<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

<sup>2</sup>Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

E-mail: [medvedeva\\_a\\_a@azniirkh.ru](mailto:medvedeva_a_a@azniirkh.ru)

**Аннотация.** Для лечения и профилактики цестодозов у объектов аквакультуры существуют медикаментозные средства, а также биологические методы. В данной работе представлен обзор лекарственных препаратов, которые применяются для лечения и профилактики цестодозов рыб в России и за рубежом.

**Ключевые слова:** цестодозы, лечение, методы борьбы, объекты аквакультуры, ботриоцефалез, кавиоз, кариофиллез, лекарственные препараты, дегельминтизация

Цестодозы - это группа заболеваний, возбудителями которых являются представители класса ленточных червей *Cestoda Rudolphi*, 1808 (Головина, 2003). К этой группе относят около 3500 видов паразитов (Садовниченко, 2015), наносящих большой вред рыбоводному хозяйству, ухудшая качество товарной рыбы. На рыб паразиты воздействуют различными способами: механическое воздействие, питание за счёт хозяина, токсическое воздействие, снижение темпа роста и упитанности рыбы, воздействие на численность популяций рыб. Некоторые из паразитов относятся к перечню возбудителей карантинных заболеваний (на территории РФ), при обнаружении которых рыбоводное предприятие несёт существенные экономические потери. Для лечения и профилактики заболеваний, вызванных цестодами, существуют медикаментозные и биологические методы борьбы. Биологические методы направлены на снижение вероятности заболевания: отпугивание рыбацких птиц, периодическое летование прудов, выкашивание растительности и др. Медикаментозные методы борьбы направлены на использование лекарственных препаратов. В Российской Федерации для дегельминтизации рыб и профилактики используют корма с добавлением лекарственных препаратов (Скачков, 2017).

В середине 80-х годов в лаборатории экспериментальной терапии VIGIS была создана технология получения фенасала - микросала для лечения ботриоцефалеза. Применение корма с добавлением фенасала - микросала показало высокую эффективность в борьбе с ботриоцефалезом и другими цестодозами, например, кавиозом, кариофиллезом и протеоцефалезом (Скачков и др., 2021). Применение антигельминтиков с добавлением указанного действующего вещества приводит к параличу и гибели паразита, способствует его выходу из организма хозяина. Это связано с механизмом действия препарата. Он вызывает нарушения в тканях паразита, блокировке основных энергетических процессов и снижению устойчивости кутикулы (Скачков, 2016). В Российской Федерации разрешены к применению два препарата с торговыми названиями «Феномикс» и «Микросал», действующим веществом которых является фенасал.

В зарубежных источниках приводятся данные исследований по применению лекарственного препарата «Празиквантел» для лечения ботриоцефалеза. Предварительная обработка этим препаратом (в дозировке 0,7 мг/л) в течение периода воздействия (24 часа) показала 100% эффективность (Mitchel, 2004, Klein et al., 2009). Празиквантел можно использовать для лечения цестодозов, возбудителями которых, помимо *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguchi, 1934, являются другие виды цестод (Flores-Crespo et al., 1994). Также зарубежными авторами была установлена высокая эффективность препарата «Мансонил» в дозировке 1,0 г/кг при лечении карпа (Parova et al., 1997).

В Белоруси проводились испытания препарата «Альбендатим-100», в результате которых был установлен высокий терапевтический эффект при лечении кавиоза,

ботриоцефалеза и лигулеза. Препарат рекомендуется применять для дегельминтизации рыб в середине вегетационного периода (конец июня - начало июля) в виде лечебного корма. Также, хорошие результаты при борьбе с цестодозами получены при применении антигельминтного препарата «Тимбендазол-22». Промышленные испытания этих препаратов подтвердили их высокую эффективность: экстенсивность инвазии в рыбохозяйственных прудах снизилась на 90-100 % (Skurat et al., 2008).

Таким образом, лечение и профилактика цестодозов у объектов аквакультуры включает в себя две группы методов: медикаментозные и биологические. Медикаментозные методы направлены на использование лекарственных средств, смешивая их с кормом. Биологическая группа методов подразумевает снижение вероятности заражения рыб цестодами.

### Список литературы

Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н. 2003. Ихтиопатология. М.: изд-во «Мир», 448 с.

Садовниченко Ю.А. 2015. Класс Ленточные черви (Cestoda): Метод. указ. для самост. внеауд. работы студ. Харьков: изд-во ХНМУ, 24 с.

Скачков Д.П. 2016. Опыт применения микросала при ботриоцефалезе и кавиозе карпов в прудах ГУП рыбхоз «Пихтовка». Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями 17: 438-440.

Скачков Д.П. 2017. Лечебно-профилактические обработки прудовых карповых рыб при цестодозах. Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями (18): 450-453.

Скачков Д.П., Сафиуллин Р.Т. 2021. Ботриоцефалия карпа в тёплом водоёме в естественных условиях содержания рыб (динамика заражения, лечебные и профилактические мероприятия). Серия конференций ИОП: Земля и экология. 677 (5): 465-467

Flores-Crespo J., Flores-Crespo R., Ibarra-Velarde F., Vera-Montenegro Y. 1994. Evaluation of 4 anthelmintic drugs against *Bothriocephalus acheilognathi* in carp. Revista latinoamericana de microbiologia 36 (3): 197-203.

Klein S.J., Archdeacon T.P., Bonnard S.A. 2009. The effect of praziquantel on the eggs of the Asian tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*. North American Journal of Aquaculture 71(4): 380-383.

Mitchell A.J. 2004. The effectiveness of baths with praziquantel against *Bothriocephalus acheilognathi* in the white Amur. Bulletin of the protection of the health of aquatic animals 16 (3): 130-136.

Parova J., Proza A. 1977. «Mansonil is an effective anthelmintic for the treatment of carp botrycephaly» Buletin VOORH Vodnyany, Czechoslovakia (1): 17-25.

Skurat E.K., Degtyarik S.M., Benetskaya N.A., Asadchaya R.L., Grebneva E.I., Yakubovsky M.V., Lysy V.G. 2008. Prevention and treatment of fish cestodosis in Belarus. Problems of fisheries: collection of works, 483-484.

## Технологические особенности выращивания товарной рыбы в рекультивированных карьерах

*Е.Д. Киселёв, М.Б. Муретов, С.А. Юрченко, С.Б. Купинский*

Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (ФГБОУ ВО «АГТУ»), пос. Рыбное, Дмитровский р-н, Московская область.

E-mail: [kafvba@mail.ru](mailto:kafvba@mail.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены технологические особенности, возможные риски и способы их преодоление в процессе рыбохозяйственного использования рекультивированных карьеров (на примере опыта работы ЗАО «Мансуровское карьероуправление»).

**Ключевые слова:** рекультивация, карьеры, садки, товарное выращивание, осетр, форель, возможные риски.

Рекультивация нарушенных в процессе промышленного использования земель - важное направление экономического развития и социального обустройства территорий. В числе наиболее интересных и перспективных – обводнение и рыбохозяйственное использование карьеров (Кац, 2019). В Истринском районе Московской области такого рода деятельностью занимается ЗАО «Мансуровское карьероуправление», основным видом деятельности которого является производство нерудных материалов (песка и щебня). Предприятие, основанное в 1982г., организовало рыбоводный участок по товарному выращиванию рыб в садках на двух отработанных карьерах и производит для потребителя достаточно большое количество ценной пищевой продукции.

Основными объектами выращивания являются сибирский осетр и радужная форель. При этом технология выращивания сибирского осетра на данном хозяйстве начинается с завоза оплодотворенной икры. Ее инкубация и подращивание личинок проходят в инкубационном цеху, а молодь для дальнейшего выращивания переводят в садки. Товарной массы (1500 – 2000 г.) ленский осетр достигает за два года. Технология выращивания товарной форели связана с завозом молоди массой 70 – 90 г. из рыбоводников и её дальнейшим выращиванием в садках. Товарной массы 1000-1500 г форель достигает к концу второго года.

Оба вида выращиваются в садках при естественном ходе температуры, с использованием высококачественных импортных кормов и регулированием кормления с помощью автокормушек. Расчеты показывают, что средняя скорость массонакопления ленского осетра (Км) за весь период выращивания находилась в пределах 0,045-0,050, а радужной форели – 0,048-0,057. С учетом зимнего периода низких температур, а значит – укороченного периода активного роста (особенно у ленского осетра), эти показатели свидетельствуют о хорошем росте рыб (на уровне экологических коэффициентов порядка 0,4-0,5 для осетра и 0,55-0,65).

Предпосылкой хороших результатов выращивания является исходно высокие показатели качества воды в карьерах (прозрачность больше 3м, содержание кислорода более 10 мг/л., активная реакция среды 7,5 – 8), а также невысокие плотности посадки рыбы. В частности это позволяет использовать воду из карьеров для обеспечения работы инкубационного цеха и поддерживать в бассейнах комфортные условия для молоди рыб. Так, например, в июле 2021 г. содержание кислорода при бассейновом выращивании осетра не опускалась ниже 7мг/л.

Благодаря четкому соблюдению санитарно-эпидемиологических норм, контролю всех этапов процесса выращивания рыбы от закупки мальков и кормов, до контроля качества водной среды, рациональному и своевременному кормлению, контролю здоровья рыбы,

предприятие выращивает качественную и экологически чистую рыбу. В системе сертификации РФ, качество рыбы выращенной в рыбоводном хозяйстве ЗАО «Мансуровского карьероуправления», подтверждено декларацией соответствия.

В настоящее время хозяйство рассматривает возможности увеличения видового разнообразия выращиваемых рыб. С этой целью уже в настоящее время в небольших объемах в хозяйстве выращивают стерлядь, карпа и судака. В перспективе не исключено увеличение объемов производимой продукции за счет увеличения числа садков и плотности посадки рыбы.

Однако, рассматривая перспективы развития рыбного хозяйства ЗАО «Мансуровского карьероуправления», разработчикам не следует игнорировать возникновение определенных рисков, характерных для большинства водоемов, образованных на отработанных карьерах.

Особенностью карьерных водоемов, в отличие от прудовых (Стасюк, 2013), как правило, является: отсутствие проточности, ограниченное поступление свежей воды (по большей части это дождевые или грунтовые воды), слабое развитие кормовой базы из-за нарушенной структуры почвы и небольшого времени существования водоема, неровный рельеф дна с большим перепадом глубин, малое видовое разнообразие и развитие экосистемы водоема (особенно глубоких песчаных карьеров) по планктонному типу, т.е. на базе фитопланктона.

Перечисленные особенности предполагают высокие рыбохозяйственные качества таких водоемов на начальном этапе их использования для садкового рыбоводства. Однако по мере эксплуатации садковых линий в подобных водоемах быстрее (чем в основанных на фитобентосе) растет органическая нагрузка (остатки корма, экскременты рыб) с закономерным снижением глубины прозрачности и увеличением прогрева поверхностных вод. Самым неприятным следствием подобных процессов является формирование устойчивой температурной стратификации в водоеме, отрыв фотического слоя от грунта и формирование придонных зон с абсолютным преобладанием потребления кислорода над его поступлением (Купинский, 2019). Появление подобных зон – первый шаг к возникновению заморных ситуаций. Особенно в глубоких водоемах с отсутствием проточности и невозможностью сброса воды, т.е. в карьерах. Для карьеров ЗАО «Мансуровское карьероуправление» такого рода негативные процессы в зоне максимальных глубин (более 8м) могут начинаться при снижении прозрачности до 4м, а в зоне глубин 5м (зона расположения садков) – при снижении прозрачности до 2,5м и менее. Фактически отмечаемая прозрачность на уровне 3м означает, что в настоящее время рыбохозяйственное использование карьеров не сопряжено с риском гарантированного возникновения заморных ситуаций. Однако по мере расширения объемов производства товарной рыбы ситуация может кардинально измениться в худшую сторону, причем как с точки зрения перегрева поверхностных вод, так и с точки зрения возможных заморов.

Предотвращение и купирование возможных рисков требует комплекса соответствующих мер. В них должны входить: постоянный мониторинг состояния водной среды (прозрачность, стратификация, содержание кислорода), определение предельного уровня нагрузки на водоем (карьер) и его строгое выдерживание, а также оптимизация кормления товарной рыбы (расчетное моделирование в сочетании с автокормлением). На определенном уровне загрязнения водоема целесообразным является его зарыбление растительноядными рыбами (преимущественно толстолобиками) в количестве 150-200 шт/га. При высоком уровне эвтрофирования – переход от садкового выращивания к пастбищному рыбоводству с элементами рекреационного рыболовства.

### **Список литературы**

Кац Е.С. 2019. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. М.: ФГБНУ «Росинформагротех» 68 с.

Купинский С.Б. 2019. Продукционные возможности рыбохозяйственных водоемов и объектов рыбоводства. Учебное пособие. СПб. Изд-во «Лань», 232с.

Стасюк Д.А. 2013. К вопросу о значимости определения понятий «пруд» и «обводненный карьер» в Водном кодексе Российской Федерации / Материалы II Междунар. науч. конф.: Государство и право: теория и практика. Чита: Издательство Молодой ученый, 48-51.



## Опыт выращивания молоди стерляди с использованием грунтовых вод из скважины в условиях Саратовской области

*А.В. Конькова<sup>1,2</sup>, И.А. Богатов<sup>1,2</sup>*

Астраханский государственный университет (ФГОУ ВО «АГУ»), г. Астрахань  
Обособленное подразделение ООО «Летеа» Научно-производственная база  
«Рыбопитомник «Духовницкое»», Саратовская область, р. п. Духовницкое  
E-mail: [avkonkova@yandex.ru](mailto:avkonkova@yandex.ru)

**Аннотация.** Приведены данные о положительном опыте выращивания молоди стерляди бассейновым методом на прямоточной системе водоснабжения с использованием грунтовых вод из скважины на рыбоводном предприятии НПБ «Рыбопитомник «Духовницкое»», расположенном в Саратовской области. Использование комбинированных источников водоснабжения позволило стабилизировать температурный режим воды, поступающей в рыбоводные емкости, тем самым способствуя, улучшению физиологического состояния выращиваемых объектов аквакультуры.

**Ключевые слова:** молодь стерляди, источник водоподачи, рыбоводство, оптимальные условия, физиологическое состояние, скважина.

Важным критерием эффективного выращивания гидробионтов в условиях аквакультуры является высокое качество воды, поступающей в рыбоводные емкости, где происходит их содержание. Контроль за гидрохимическими показателями на рыбоводном предприятии должен осуществляться сотрудниками регулярно для предотвращения ухудшения условий содержания, особенно остро возникающих на предприятиях с прямоточным водоснабжением из естественного источника, например, озера или реки. Одним из способов решения данной проблемы стало дополнительное использование воды из скважин, который в том числе был апробирован для рыбоводных хозяйств в Самарской и Саратовской областях (Кузнецов и др., 2017; Хатрова, Алексеев, 2017; Yurina, 2018; Yurin et al., 2021). В связи с малочисленностью материала по использованию скважин в рыбоводной практике на предприятиях аквакультуры Саратовской области было проведено исследование, описанию материалов которого и посвящена данная научная статья.

Материалом для настоящей работы послужили результаты содержания молоди стерляди в бассейновом цехе обособленного подразделения ООО «Летеа» Научно-производственная база «Рыбопитомник «Духовницкое»» (РФ, Саратовская область, р. п. Духовницкое) в 2020 г. Рыбоводные мероприятия проводили в соответствии с биотехническими нормами (Васильева и др., 2006). Ежедневно за рыбами специалистами питомника было организовано наблюдение за состоянием и поведением, контроль за гидролого-гидрохимическим режимом, кормление, уход за рыбоводными емкостями на основе общепризнанных методик (Правдин, 1966; Васильева и др., 2006; Инструкции, 2011; Лабораторный практикум, 1983). Оценку активности основных поведенческих реакций у рыб на всех этапах наблюдения проводили по пятибалльной шкале, где: 0 баллов – отсутствие реакции у 100 % рыб в группе; 1 балл – наличие выраженной реакции у 25,0 % рыб в группе; 2 балла – наличие выраженной реакции у 50,0 % рыб в группе; 3 балла – наличие выраженной реакции у 75,0 % рыб в группе; 4 балла – наличие выраженной реакции 100 % рыб в группе.

В результате исследований было отмечено постепенное повышение температуры воды в бассейнах по мере роста рыбы. Так на рыбопитомнике сотрудниками проводились работы по выращиванию молоди стерляди до навесок трех групп: 1,5 г; 3 г; 10 г. Личинка была получена в ходе инкубации икры от собственных производителей стерляди в несколько этапов. Инкубационный период проходил со второй по третью декаду мая. Полученная

личинка была помещена в бассейны типа ИЦА-2 на выдерживание и дальнейшее выращивание. Во время инкубации и выдерживания использовалась речная вода, поступающая из естественного водоема (р. Язев), со среднесуточной температурой 15,5 °С. К концу этапа роения и перехода личинки на экзогенное питание среднесуточная температура воды, подаваемой в бассейны, составила уже 18,5 °С. На всех указанных выше этапах использовалась только речная вода. При достижении молоди навески 1,2 г показатели среднесуточной температура заметно выросли и составили – 21,5 °С. Температура по мере развития рыб продолжала расти, и при этом у выращиваемых рыб стали отмечать изменение поведения. Так, следует отметить, что при достижении температуры воды значения 22,0 °С было отмечено изменение в поведении рыбы, связанным, главным образом, со снижением активности и подвижности отдельных особей в бассейнах, угнетением реакции на внешние звуковые и тактильные раздражители. При превышении температурной отметки в 24,0 °С наблюдали общее снижение активности всей рыбы, а при превышении отметки в 26,0 °С стали регистрировать у молоди отход, находящийся у верхней границы допустимой нормы.

Для оптимизации температурного режима воды в бассейнах было принято решение об использовании воды из скважин грунтовых вод, специально пробуренной рядом с бассейновым комплексом. Анализ воды показал, что вода, извлекаемая из скважины, проходит по нормам как источник для водоснабжения осетровых хозяйств (Васильева и др., 2006).

С учетом температуры воды, добываемой из скважины и количества, содержащегося в ней кислорода, а также, учитывая актуальную на момент работы температуру воды, подаваемой из водоема, опытным путем была разработана принципиальная схема смешивания воды в подающие системы рыбопитомника таким образом, чтобы температура воды не превышала 21,0 °С. Использование разработанной схемы водоподачи привело к значительным положительным результатам. Так, температурный режим в бассейнах стабилизировался на вторые сутки после перехода на смешанное водоснабжение. Прекратился отход рыбы, улучшилось ее общее физиологическое состояние. Стали отмечать восстановление активности у большинства особей (Таблица).

**Таблица.** Оценка активности поведенческих реакций у молоди стерляди на НПБ «Рыбопитомник «Духовницкое», (РФ, Саратовская область, р. п. Духовницкое), 2020 г.

Вид реакции	Баллы	Прямочная система водоснабжения при температуре 22,0-26,0 °С	Прямочная система водоснабжения с использованием грунтовых вод (скважина) при температуре 18,5-20,0 °С
Реакция на шумовой раздражитель	0-4	2	4
Реакция на тактильный раздражитель	0-4	2	4
Реакция на тень	0-4	2	4
Реакция на корм	0-4	3	4

Необходимо также отметить, что во время выращивания молоди стерляди при резком повышении температуры была отмечена значительная разноразмерность. Рост температуры воды в бассейнах и выращивание молоди в плохо контролируемых температурных условиях, до использования смешанной системы водообеспечения, привели к угнетению жизнедеятельности, что вызвало большую разницу в массе выращиваемой молоди, разбег в навеске достигал 1,5-5,0 г. После перехода на использование смешанной схемы водоснабжения была проведена сортировка молоди по массовым показателям, и в

дальнейшем, в ходе выращивания данной проблемы не наблюдали: разница навески в группе рыб массой 3 г не превышала 0,5 г, а при достижении массы в 10 составила 1 г.

Таким образом, использование комбинированных источников водоснабжения позволило стабилизировать температурный режим воды, поступающей в рыбоводные емкости, тем самым способствовал, улучшению физиологического состояния выращиваемых объектов аквакультуры. Применение системы смешанного водоснабжения позволило выдерживать оптимальный температурный режим, который составил 18,5-20,0 °С. Данное обстоятельство позволяет рекомендовать использование комбинированной системы водоподачи при бассейновом выращивании рыб в условиях Саратовской области.

### Список литературы

Васильева Л.М., Яковлева А.П., Щербатова Т.Г., Петрушина Т.Н., Тяпугин В.В., Китанов А.А., Архангельский В.В., Судакова Н.В., Астафьева С.С., Федосеева, Е.А. 2006. Технологии и нормативы по товарному осетроводству в VI рыбоводной зоне. М: Изд-во ВНИРО. 100 с.

Инструкции по сбору и обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / под общей редакцией Г.А. Судакова. 2011. Астрахань: КаспНИРХ - 193 с.

Кузнецов М.Ю., Лифанова Д.А., Шабловская Ю.В., Снурницына Е.Д. 2017. Разведение рыб ценных пород в условиях рыбоводного завода «Возрождение». Редакционная коллегия: Васильев А.А., Кузнецов М.Ю., Сивохина Л.А., Поддубная И.В. С.76-84.

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

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-ть. 376 с.

Хаирова А.Р., Алексеев Е.В. 2017. Эффективность использования кормов ленским осетром при выращивании в садках. Состояние и пути развития аквакультуры в Российской федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. С. 176-180.

Yurin D.A., Yurina N.A., Maxim E.A., Danilova A.A., Volkova S.A. 2021. Optimization of hydrochemical parameters of water and conditions in sturgeon farming. International Research Journal 1 (103): 155-159.

Yurina N.A. 2018. Comparison of different methods of water intake at the cultivation of sturgeon fish. International Research Journal 08 (74): 88-91.

## Морфометрические, физиологические и паразитологические показатели серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch, 1782) Нижней Волги в нагульный период

А.В. Конькова, Д.Р. Файзулина, Ю.М. Шурина, С.С. Астафьева

Астраханский государственный университет (ФГОУ ВО «АГУ»), г. Астрахань

E-mail: [avkonkova@yandex.ru](mailto:avkonkova@yandex.ru), [d\\_faizulina@mail.ru](mailto:d_faizulina@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты комплексного обследования серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782)). Изучены морфометрические особенности указанного вида, количественные характеристики гематологических (уровень гемоглобина, СОЭ, количество эритроцитов, лейкоцитарная формула) и биохимических (уровень общего белка,  $\beta$ -липопротеидов, холестерина, глюкозы) показателей крови, а также паразитофауна. Практически все проанализированные в нагульный период 2021 г. показатели входили в пределы значений, характерных для данного вида рыб, за исключением глюкозы.

**Ключевые слова:** серебряный карась, физиологическое состояние, сыворотка крови, нагульный период, гемоглобин, общий белок,  $\beta$ -липопротеиды, холестерин, глюкоза, морфометрия, паразитофауна.

В Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Астраханская область) серебряный карась (*Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782)) является одним из доминирующих видов в числе «прочих» пресноводных рыб (24,2 - 40,0%) и его уловы в 2019 г. составили 4,4 тыс. т. (Ермилова, 2018; Барабанов, 2020). Основные места его обитания здесь – дельта, култужные и открытые части авандельты р. Волги и слабосоленоватые участки Северного Каспия. Низкие уровни воды, обильное зарастание водоемов привели к созданию благоприятных условий для нереста карася, выживанию молоди, обеспеченности кормом и как следствие к росту его численности и уловов на Нижней Волге (Ермилова, 2018). Так же увеличению его воспроизводства способствует уникальная возможность этого вида к гиногенетическому и смешанному размножению, а также гибридизация с другими видами рыб (Вехов, 2013).

Хотя карась и не относится к особо ценным объектам рыболовства, но в связи с его многочисленностью является перспективным источником животного белка. Широкий ареал обитания делает возможным использование его в качестве индикаторного организма. Таким образом, исследование серебряного карася в настоящее время весьма актуально.

Материалом для настоящей работы послужили результаты комплексного обследования половозрелых особей карася (11 экз.), отловленных в июле 2021 г. на р. Хурдун (РФ, Астраханская область, с. Икрыное). Морфометрию проводили по общепринятым методикам полного биологического анализа рыб (Правдин, 1966; Инструкция ..., 2011). Кровь была отобрана из хвостовой вены. В отобранных образцах биологического материала исследовали содержание гемоглобина по Дробкину, скорость оседания эритроцитов на СОЭ-метре Панченкова ПР-3, количество эритроцитов с помощью камеры Горяева, на изготовленных окрашенных мазках крови определена лейкоцитарная формула (Методические указания..., 1999), в сыворотке – уровень общего белка биуретовым методом (Шлейкин, Скворцова и др., 2015), липопротеидов низкой плотности (ЛПНП,  $\beta$ -липопротеиды) по методу Бурштейна и Самай (Burstein M. et Samaille J., 1956), холестерина - энзиматическим методом по Trinder (Trinder, 1969a), глюкозы глюкозооксидазным методом (Trinder, 1969b). Сбор и обработка паразитологического материала осуществлены по общепринятым методикам (Лабораторный практикум по..., 1983; Быховская-Павловская, 1985). Обследованию были подвергнуты основные органы и ткани рыб, где могли быть сконцентрированы особо опасные как в

санитарном, так и эпизоотическом плане паразитические организмы: кожные покровы, плавники, глаза, жабры, брюшная полость, желудочно-кишечный тракт, кровь. Статистическая обработка полученных материалов была проведена с использованием пакетов программ Microsoft Exel 2016 по стандартным методикам (Ивантер, Коросов, 2003). Проведен расчет средних величин ( $\pm$  – средняя ошибка,  $\Sigma$  – стандартное отклонение).

Изученные особи серебряного карася были представлены самками VI – II стадии зрелости гонад возрастом 5 – 7 лет. Обследованные особи характеризовались сжатым с боков телом, полунижним ртом (маленьким, выдвигаемым), длинными двурядными глоточными зубами (по 4 штуки с каждой стороны), числом чешуй в боковой линии – от 27 до 33 шт., жаберными длинными тычинками – от 39 до 50 шт. (Таблица).

**Таблица.** Морфометрическая характеристика серебряного карася (р. Хурдун, июль 2021 г.)

Признак	Единица измерения	Показатели	
		M+m	$\Sigma$
Масса с внутренними органами	г	457,0 $\pm$ 26,1	86,7
Масса без внутренностей	г	392,4 $\pm$ 23,4	77,6
Длина промысловая	см	26,4 $\pm$ 0,5	1,6
Длина абсолютная	см	31,9 $\pm$ 0,7	2,1
Чешуй в боковой линии	шт.	32,4 $\pm$ 0,5	2,9
Лучей в спинном плавнике	шт.	20,0 $\pm$ 0,4	1,4
Лучей в анальном плавнике	шт.	7,5 $\pm$ 0,1	0,4
Тычинок на первой жаберной дуге	шт.	44,6 $\pm$ 0,6	1,5

В результате исследований установлено, что морфометрические показатели были аналогичны признакам вида, внутренние органы расположены анатомически правильно, имели характерную форму, цвет, консистенцию, состояние кожных покров и плавников удовлетворительное.

Результаты биохимического анализа показали, что количество гемоглобина у серебряного карася составило 70,46 $\pm$ 3,44 г/л. Этот ключевой показатель дыхательной функции крови составляет у рыб 40 – 147 г/л. Общий белок сыворотки крови серебряного карася составил 39,77 $\pm$ 2,08 г/л. Выполняя защитную, транспортную и регуляторную функции белки в сыворотке крови рыб колеблются в пределах 25 – 70 г/л (Строганов, 1962; Головина, Романова, 2019). Показатели липидного обмена ЛПНП и холестерин у изученных особей серебряного карася составили 47,82 $\pm$ 7,86 мг% и 3,75 $\pm$ 0,30 г/л соответственно. Основная функция ЛПНП – транспорт холестерина к органам и тканям, который как правило составляет у рыб 2,9 – 4,1 г/л. (Яржомбек, 1986; Васильева, 2004). Количество глюкозы в крови особей карася составило 13,88 $\pm$ 2,42 ммоль/л. Уровень глюкозы рассматривается как индикатор стресс-реакции рыб и обычно варьирует от 1,7 до 2,8 ммоль/л. То есть здесь можно отметить явление гипергликемии, которое у рыб помимо стресса бывает вызвано переизбытком углеводов в пище, интенсивном распаде гликогена печени и другими нарушениями углеводного обмена (Строганов, 1962; Головина, Романова, 2019).

Для диагностики воспалительных процессов и анемии у карася проанализированы скорость оседания эритроцитов и их количество, составившие 2,36 $\pm$ 0,20 мм/ч (при норме 2 – 4 мм/ч) и 0,45 $\pm$ 0,05 млн./мкл. Соотношение клеток лейкоцитов было представлено следующим образом: пролимфоциты – 1,30 $\pm$ 0,02%, зрелые лимфоциты – 83,10 $\pm$ 1,52%, эозинофилы палочкоядерные – 2,30 $\pm$ 0,05%, эозинофилы сегментоядерные 1,50 $\pm$ 0,02%, нейтрофилы палочкоядерные – 6,20 $\pm$ 0,05%, нейтрофилы сегментоядерные – 2,10 $\pm$ 0,02%, моноциты 1,3 $\pm$ 0,02%. Подобная картина крови характерна для серебряного карася и из других водоемов (Федоненко, Шарамок и др., 2017).

В свою очередь результаты паразитологического анализа указывали на то, что состав паразитов серебряного карася в период исследований был небольшой и насчитывал четыре вида паразитических организмов трех систематических групп: трематоды были представлены – *Diplostomum spathaceum* (хрусталик глаза, ЭИ – 18,2 %, ИИ – 1-7 экз., СИ – 4,0 экз.) и *Paracoenogonimus ovatus* (мышечные волокна, ЭИ – 9,1 %, ИИ – 1 экз., СИ – 1,0 экз.); скребни - *Pomphorhynchus laevis* (брюшная полость, ЭИ – 18,2 %, ИИ – 1 экз., СИ – 1,0 экз.); ракообразные – *Lernea cyprinacea* (покровы тела, ЭИ – 18,2 %, ИИ – 1 экз., СИ – 1,0 экз.). Небольшие показатели интенсивности инвазии и характер локализации свидетельствовали о том, что паразиты не оказывали значительного влияния на состояние обследованных особей рыб и находились со своими хозяевами на уровне бессимптомного паразитоносительства.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой экологической пластичности вида серебряного карася в связи с тем, что практически все изученные показатели комплексного обследования не выходили за пределы значений характерных для данного вида рыб. Даже повышенный уровень глюкозы возможно отнести к кратковременной приспособительной реакции на стресс. Также исходя из того, что гематологические и биохимические показатели крови серебряного карася всё-таки в подавляющем большинстве были в пределах нормы, а также на основе результатов морфометрических и паразитологических характеристик, можно предположить, что условия нагула лета 2021 г. были удовлетворительными.

### Список литературы

Барабанов В.В. 2020. Оценка состояния пресноводной ихтиофауны Волго-Ахтубинской поймы на современном этапе (в 2018-2019 гг.). Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство 2: 52–58.

Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Л., Наука, 121 с.

Васильева О.Б. 2004. Липидный состав липопротеинов сыворотки крови радужной форели *Parasalmo mykiss* W. в годовом цикле: автореферат дис... канд. биол. наук: Петрозаводск, 26 с.

Вехов Д.А. 2013. Некоторые проблемные вопросы биологии серебряного карася *Carassius auratus gibelio*. Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиологии ИНЭНКО 19: 5–38.

Головина Н.А., Романова Н.Н. 2019. Лабораторный практикум по физиологии рыб: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань. 136 с.

Ермилова Л.С. 2018. Биология и промысел серебряного карася (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область). Рыбное хозяйство 4: 64-66.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. 2003. Введение в количественную биологию. Учебное пособие. - Петрозаводск: изд-во Петрозаводского гос. ун-та. 304 с.

Инструкции по сбору и обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / под общей редакцией Г.А. Судакова. 2011. Астрахань: КаспНИРХ - 193 с.

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

Методические указания по проведению гематологического обследования рыб 1999. (утв. 02 февраля 1999 г. № 13–4–2-/1487 Министерством сельского хозяйства и природопользования Российской Федерации) // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 2. М.: Отд. маркетинг. АМБ-агро., 69 – 97.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-ть. 376 с.

Строганов Н.С. 1962. Экологическая физиология рыб. М.: изд-во Московского университета. 443 с

Федоненко Е.В., Шарамок Т.С., Ананьева Т.В. 2017. Особенности лейкоцитарной формулы у некоторых карповых рыб Запорожского водохранилища (Украина). Труды ВНИРО 59 – 65.

Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов А.Н. 2015. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины: Учеб. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 106 с.

Яржомбек А.А. 1986. Справочник по физиологии рыб. М.: Агропромиздат, 428 с.

Burstein M., Samaille J. 1956. Sur une nouvelle methode de dosage des  $\beta$ -lipoproteines seriques par l'h Sparine, C. R. Acad. Sci. (Paris), t. 243, p. 2185

Trinder P.-J. 1969 a Clin. Path. 22, p.158

Trinder P. 1969 б. Determination of Glucose in Blood using Glucose Oxidase with an native oxygen acceptor. Ann. Clin. Biochem., 24-27.

## Численность и видовой состав эктопаразитов леща в водохранилищах Волги

С.В. Кузьмичева

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок

E-mail: [kuzmicheva.sv@ibiw.ru](mailto:kuzmicheva.sv@ibiw.ru)

**Аннотация.** Проведено исследование видового состава, экстенсивности инвазии и индекса обилия жаберных эктопаразитов леща *Abramis brama*, обитающего в водохранилищах Волги. Наиболее высокий уровень показателей заражения дактилогирусами зафиксирован в Ивановском и Углическом, диплозонами – в Куйбышевском и Саратовском, копеподами – Чебоксарском, пиявками – в Горьковском водохранилищах.

**Ключевые слова:** Водоохранилища Волги, лещ, эктопаразиты, экстенсивность и интенсивность заражения.

Волга – крупнейшая река Европы, имеющая чрезвычайно важное народнохозяйственное значение. Волга протекает с севера на юг по Европейской части России и впадает в Каспийское море. По течению реки находятся 9 водохранилищ: Верхневолжское, Ивановское, Углическое, Рыбинское, Горьковское, Чебоксарское, Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское. Они различаются по географическим координатам, средней глубине, среднегодовой температуре воды, гидрологическим и гидрохимическим характеристикам, содержанию кислорода в воде, разнообразием флоры и фауны и т.д. (Волга и ее жизнь, 1978; Экологические проблемы верхней Волги, 2001). В водохранилищах обитает большое количество разных видов рыб. Наиболее важное промысловое значение имеет лещ *Abramis brama* (L., 1758) – типичный бентофаг, его основную пищу составляют олигохеты, хирономиды, мелкие ракообразные, моллюски и т.д. (Атлас пресноводных рыб России, 2002). Его численность часто подвергается существенным колебаниям. Это связано, не только с влиянием биотических и абиотических факторов, но и степенью заражения рыб паразитами, в том числе обитающими на теле рыб. Среди эктопаразитов наиболее распространены моногенеи родов *Dactylogytus* и *Diplozoon*, копеподы и пиявки. Они паразитируют на жабрах, коже, плавниках, глазах и ротовой полости. Среди них имеются временные паразиты – рачки и пиявки, которые легко покидают хозяина и долгое время могут существовать во внешней среде.

Цель работы – исследование численности и видового состава жаберных эктопаразитов леща, обитающего в водохранилищах реки Волги.

Рыб для исследования отлавливали в сентябре 2019 г на Горьковском, Чебоксарском, Куйбышевском и Саратовском и в августе 2020 года на Ивановском и Углическом водохранилищах в ходе комплексной гидробиологической экспедиции на научно-исследовательском судне “Академик Топчиев” ИБВВ РАН. Всего была отловлена 101 особь леща средней длиной  $33.31 \pm 1.64$  см, массой  $674.76 \pm 108.14$  г.

Паразитологический анализ рыб проводили по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985). Экстенсивность и интенсивность инвазии рыб жаберными эктопаразитами оценивали при помощи общепринятых индексов зараженности (Bush et al, 1997).

Результаты исследования показали различия в уровне экстенсивности и интенсивности инвазии леща жаберными эктопаразитами в исследуемых водохранилищах. Наиболее высокие показатели зараженности дактилогирусами зафиксированы в Ивановском (экстенсивность заражения – 95% и индекс обилия –  $72,95 \pm 13,87$ ) и Углическом водохранилищах (ЭИ – 95%, ИО –  $70,45 \pm 10,97$ ). Вероятно, это связано с тем, что



пробы отбирались в конце лета, когда температура воды была благоприятной для дактилогирид. Тогда как в остальных водохранилищах уровень заражения ниже. Ранее при исследовании межсезонных различий уровня заражения эктопаразитами леща Рыбинского водохранилища нами зафиксировано снижение инвазии дактилогирусами в осенний период (Степанова, Кузьмичева, 2019). При этом у лещей из Куйбышевского и Саратовского водохранилищ дактилогирусы не были обнаружены, тогда как показатели зараженности диплозонами были наиболее высокими (ЭИ – 56%, ИО –  $2,00 \pm 0,68$ ; ЭИ – 67%, ИО –  $2,66 \pm 0,61$ , соответственно). Ранее показано, что заражение рыб диплозонами возрастает при высоком уровне антропогенного загрязнения воды (Жарикова, 1993). Также ранее Т.И. Жариковой (1987) было показано, что между дактилогирусами и диплозонами существуют антагонистические отношения. Экспериментальные данные автора позволили предположить наличие веществ метаболической природы, выделяемых диплозонами, губительно действующих на дактилогирид.

В Чебоксарском водохранилище отмечены наиболее высокие показатели экстенсивности и интенсивности инвазии леща копеподами (ЭИ – 65%, ИО –  $6,00 \pm 1,38$ ), превышающие аналогичные показатели у рыб из других водохранилищ в 1-5 – 2 раза. В Горьковском водохранилище зафиксирована значительно более высокая экстенсивность заражения пиявками (ЭИ – 60%, ОИ –  $2,50 \pm 0,78$ ) по сравнению с другими исследованными водоемами, а в Саратовском водохранилище особи данного паразита не обнаружены.

По-видимому, на численность и видовое разнообразие эктопаразитов леща, обитающего в водохранилищах реки Волги, значительное влияние оказывают экологические факторы, такие как температура воды, продолжительность светового дня, кислородный режим водоема, скорость течения и наличие мелководий, уровень антропогенного загрязнения, а также численность и видовое разнообразие рыб – основных хозяев. Также численность и состав паразитов рыб могут зависеть от функционального состояния иммунной системы хозяина (Жарикова, Степанова, 1997; Изюмова, 1958; Изюмова, Маштаков, 1978; Микряков, 1984; Микряков, Микряков, 2015).

Проведенное исследование показало сходства и различия видового состава и уровня заражения эктопаразитами леща, обитающего в водохранилищах Волги. Полученные результаты указывают на изменение исследуемых показателей уровня заражения леща в зависимости от места вылова рыб, что, вероятно, связано с влиянием различных экологических факторов.

### Список литературы

- Атлас пресноводных рыб России. 2002. Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: изд-во «Наука» 1: 379 с.
- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: изд-во «Наука», 122 с.
- Волга и ее жизнь. 1978. Л.: изд-во «Наука», 348 с.
- Жарикова Т.И. 1993. Влияние антропогенного загрязнения водоемов на эктопаразитов леща. Зоологический Журнал 72 (2): 73–83.
- Жарикова Т.И., Степанова М.А. 1997. Влияние антропогенного загрязнения на жаберный паразитоценоз леща (*Abramis brama*). Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов Астрахань, сентябрь. М. 377 с.
- Изюмова Н.А. 1958. Кислородный режим водоема как один из факторов, определяющих биологию *Dactylogyrus solidus*, *Dactylogyrus wastator*. Паразитологический сборник 18: 296–303.
- Изюмова Н.А., Маштаков А.В. 1978. К вопросу о численности дактилогирид карповых рыб в связи с условиями внешней среды и физиологическим состоянием хозяев. Тезисы докладов. I Всесоюзный съезд паразитологов. Киев. «Наукова думка». 1: 144–145.
- Микряков В.Р. 1984. Закономерности функционирования иммунной системы пресноводных рыб: Автореф. дис. д-ра биол. наук. М.: ИМЭЖ РАН, 37 с.

Микряков В.Р., Микряков Д.В. 2015. Иммунологическая индикация здоровья рыб. Вопросы ихтиологии 55 (1): 119–123.

Степанова М.А., Кузьмичева С.В. 2019. Межсезонные различия численности и видового состава эктопаразитов леща Волжского плеса Рыбинского водохранилища. Рыбоводство и рыбное хозяйство 10 (165): 74–79.

Экологические проблемы Верхней Волги. 2001. Ярославль. Изд-во ЯГТУ, 427 с.

Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M., Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. J. of Parasitology 83 (4): 575–583.

## Современное состояние запасов гаммарид в озерах Тюменской области

К.В. Куцанов<sup>1</sup>, А.Г. Герасимов<sup>1</sup>, Е.В. Бражников<sup>1</sup>, А.Ш. Гадуадуллина<sup>1</sup>, О.А. Мазникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тюменский филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), г. Тюмень

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: [opb@gosrc.ru](mailto:opb@gosrc.ru), [maznikovao@vniro.ru](mailto:maznikovao@vniro.ru)

**Аннотация.** Определение состояния запасов гаммарид (виды рода *Gammarus*) и среды их обитания проведено по материалам обследования озер Тюменской области (Сладкое, Забошное, Долгое, Бердюжье, Сорочье, Слевалово, Лебяжье, Щербаково, Вялково) в марте 2019-2021 гг., общей площадью 2278,0 га. Во всех исследованных озерах отмечено присутствие лишь одного вида гаммарид – *Gammarus lacustris* G.O. Sars. За период исследований запасы гаммарид варьировали от 98,8 т (2021 г.) до 146,5 т (2019 г.), из них промысловый запас составлял соответственно 49,4 т и 73,4 т.

**Ключевые слова:** *Gammarus lacustris*, гаммариды, озера, длина, масса, численность, общий запас, промысловый запас, Тюменская область.

Гаммарус (*Gammarus lacustris* G.O. Sars.), или мормыш, или бокоплав, является объектом как любительского, так и промышленного рыболовства на территории Тюменской области. В связи с этим важно оценить его запасы и их изменения в озерах Тюменской области.

Определение состояния запасов гаммарид (виды рода *Gammarus*) и среды их обитания проводили по материалам обследования водных объектов Тюменской области в марте 2019-2021 гг. Всего исследовано 9 озер: Сладкое, Забошное, Долгое, Бердюжье, Сорочье, Слевалово, Лебяжье, Щербаково, Вялково, общей площадью – 2278,0 га. Основные физико-географические характеристики исследованных озер представлены в таблице 1. Согласно классификации озер по площади (Иванов, 1948), пять озер относятся к очень малым (10-100 га) (Долгое, Сладкое, Слевалово, Лебяжье, Щербаково), три – к малым (100-1000 га) (Бердюжье, Забошное, Сорочье) и одно – к средним (оз. Вялково).

Данные озера являются пресными и солоноватоводными (соленость от 2-4 г/л), заморными, с низким содержанием растворенного кислорода в воде, от 0,2 – 2,3 мг/л (таблица 1). При изучении экологических границ жизнедеятельности гаммарид в условиях Западной Сибири выяснено, что наибольшая численность рачков наблюдается при содержании в воде 2,0–4,5 г/л солей и обычно исчезает в озерах с соленостью менее 0,3 и более 7,0 г/л (Евстигнеев, 1997).

**Таблица 1.** Основные физико-географические и абиотические характеристики исследованных озер Тюменской области в 2019-2021 гг.

Название водоема	Площадь, га	Сред. глубина, м	Средние знач. солёности, г/л			Средние знач. растворенного кислорода в		
			2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Бердюжье	425	2,5	3	3	4	2,0	1,1	2,1
Долгое	70	3	2	2	2	0,9	0,9	1,2
Забошное	110	2,9	1	1	4	1,7	1,2	2,3
Сладкое	50	2,8	1	2	2	1,3	1,1	1,5
Слевалово	60	3,5	1	2	1	1,6	1,1	1,0
Сорочье	108	3	1	1	1	1,8	1,4	2,0
Лебяжье	75	2,5	1	2	1	1,4	0,8	1,0

Щербаково	60	1,7	1	3	1	1,1	1,2	1,0
Вьялково	1320	3	2	1	1	2,2	1,0	1,3
<b>ИТОГО</b>	<b>2278</b>	-	-	-	-	-	-	-

Отбор и обработку проб в период исследований запасов гаммарид проводили согласно методическим указаниям (Методические рекомендации..., 1983), для оценки величины общего и промыслового запаса использованы Методические указания, 2004.

Во всех исследованных озерах Тюменской области отмечено наличие популяций гаммарид. Все исследованные в камеральных условиях особи гаммаруса принадлежат к виду *Gammarus lacustris* G.O. Sars – типичному представителю макрозоопланктона озер юга Западной Сибири. Данные по размерно-весовым и количественным показателям плотности популяций гаммаруса представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Динамика численности и линейно-весовая характеристики популяций гаммарид в озерах Тюменской области

Озеро	Сред. длина, мм			Сред. масса, мг			Сред. численность,		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Сладкое	12,3	12	12,2	31,3	30,6	35,6	229,1	213,8	203,8
Бердюжье	12,9	12,8	12,6	36,7	34	38	136,7	36,7	30,7
Долгое	13,5	13,3	13	41,6	37,4	32,9	195,2	301,4	320,4
Забошное	11,8	12,6	12,9	28,2	33,1	39,1	156,1	472,2	492,2
Сорочье	13,3	13,4	13,9	34,1	36,9	31,9	285,1	339,1	310,1
Слевалово	12,7	12,4	11,1	39,1	28,7	22,2	175,2	142,6	229,1
Щербаково	13,1	14,2	14	34,9	46,1	41	229,1	229,1	193,5
Лебяжье	13,4	14,1	13,8	41,6	41	55,9	152,7	193,5	27
Вьелково	11,4	13,8	14,4	31,8	55,9	43,1	86,6	20,4	86
<i>Среднее</i>	<i>12,7</i>	<i>13,2</i>	<i>13,1</i>	<i>35,5</i>	<i>38,2</i>	<i>37,7</i>	<i>182,9</i>	<i>216,5</i>	<i>210,3</i>
<i>Станд. откл.</i>	<i>0,73</i>	<i>0,78</i>	<i>1,05</i>	<i>4,69</i>	<i>8,50</i>	<i>8,28</i>	<i>59,12</i>	<i>146,07</i>	<i>150,67</i>

В целом по озерам Тюменской области за период исследований с 2019 по 2021 год средняя по популяции длина рачков была в пределах 12,7-13,2 мм, средние популяционные значения индивидуальной массы гаммарид – от 35,5 до 37,7 мг, средние популяционные показатели численности были в пределах – от 182,9 до 216,5 экз./м<sup>2</sup>.

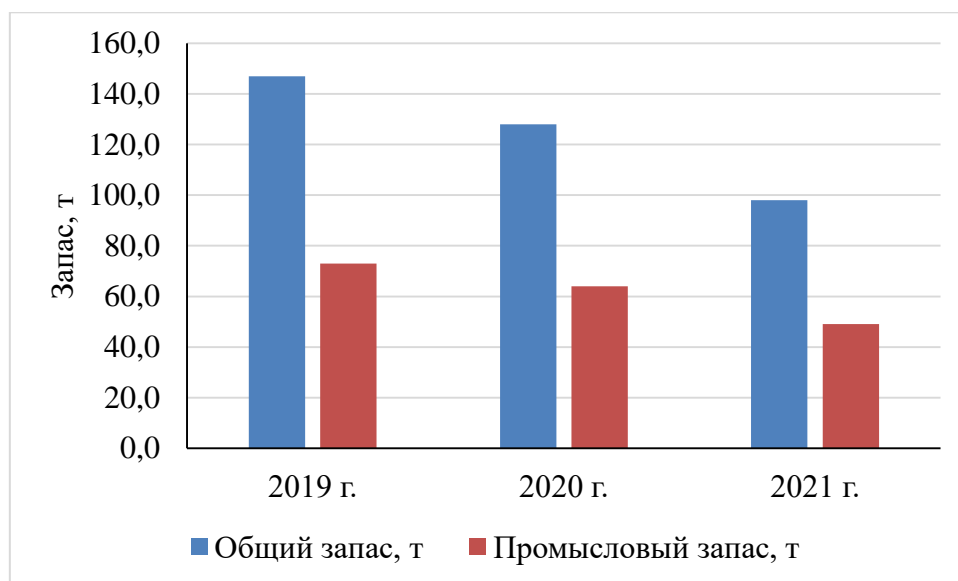
На основе полученных показателей биомассы гаммарид был рассчитан общий их промысловый запас (таблица 3). Биомассу гаммарид привели к площади водоема, так как амфиподы представляют нектобентос и опускаются из толщи воды в придонные слои (Методические указания..., 2004).

Запасы гаммарид в 9 исследованных озерах Тюменской области общей площадью 2278 га составили: в 2019 г. – 146,5 т; в 2020 г. – 128,4 т, в 2021 г. – 98,8 т, из них промысловый запас составлял: в 2019 г. – 73,4 т; в 2020 г. – 64,2 т, в 2021 г. – 49,4 т (рисунок 1).

**Таблица 3.** Объёмы запасов гаммарид в озерах Тюменской области в период 2019-2021 гг.

Название озера	Площадь, га	Биомасса, кг/га			Общий запас, т			Промысловый запас, т		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Сладкое	50	71,7	65,5	71,7	7,2	6,6	3,4	3,6	3,3	1,7
Бердюжье	425	50,2	12,5	28,3	42,6	10,6	24,1	21,3	5,3	12

Долгое	70	81,3	112,7	39,4	11,4	15,8	5,5	5,7	7,9	2,8
Забошное	110	44,1	162,8	37,2	9,7	35,8	8,2	4,8	17,9	4,1
Сорочье	108	58,3	88,6	19,5	12,6	19,1	4,2	6,3	9,6	2,1
Щербаков	60	79,5	105,7	64,5	9,5	12,7	7,7	4,8	6,3	3,9
Лебяжье	75	38,2	56,4	32,7	5,7	8,5	4,9	2,9	4,2	2,5
Вьелково	1320	15,5	6,5	13,7	40,9	17,2	36,3	20,5	8,6	18,1
Слевалово	60	57,7	41	37,3	6,9	2,1	4,5	3,5	1,1	2,2
Среднее	-	55,2	72,4	38,3	-	-	-	-	-	-
Минимум	50	15,5	6,5	13,7	5,7	2,1	3,4	2,9	1,1	1,7
Максимум	1320	81,3	162,8	71,7	42,6	35,8	36,3	21,3	17,9	18,1
ИТОГО	2278	-	-	-	146,5	128,4	98,8	73,4	64,2	49,4



**Рис. 1.** Объемы общего и промыслового запасов гаммарид за период с 2019-2021 гг., рассчитаны по результатам мониторинговых исследований на озерах Тюменской области.

В период с 2019 г. по 2021 г. произошло снижение запасов 1,5 раза, связанное с тем, что в 2021 г. отмечено снижение водности в озерах юга Тюменской области. Биомасса гаммарид в исследованных модельных озерах Тюменской области в среднем составила 38,3-72,4 кг/га, что характеризует ее как низкую.

### Список литературы

Евстигнеев В.В., Подуровский М.А., Соловов В.П. 1997. Основы сырьевой базы гидробионтов: Учеб.-метод. пособие. Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 109 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. - Л.: ГосНИОРХ, 1983. 51 с.

Иванов П.В. 1948. Классификация озер мира по их величине и по средней глубине // Науч. Бюл. ЛГУ. 21: 29-36.

Определение общих допустимых уловов (ОДУ) амфиподы *Gammarus lacustris*. Методические указания. Тюмень: Госрыбцентр, 2004. 17 с.

## Многолетняя динамика гидрологического режима Цимлянского водохранилища и рекомендации по его оптимальному формированию для водных биоресурсов

*Н.В. Куценко, В.А Чухнин, А.Н. Науменко*

ФГБНУ «ВНИРО», Волгоградский филиал («ВолгоградНИРО»), г. Волгоград  
E-mail: [nikolaykucenko@mail.ru](mailto:nikolaykucenko@mail.ru); [voniorkh\\_lrswwr@mail.ru](mailto:voniorkh_lrswwr@mail.ru)

**Аннотация.** Цимлянское водохранилище, образованное Цимлянским гидроузлом в 1952 г – является водоемом комплексного назначения для электроэнергетики, судоходства, водоснабжения городов и промышленных предприятий, ирригации, рыбного хозяйства, а также для поддержания экологических требований на нижнем Дону и Азовском море. В представленной работе приведены морфометрические данные по Цимлянскому водохранилищу, паводковые и уровенные показатели водности на основании анализа которых, даны рекомендации по формированию оптимального гидрологического режима для водных биоресурсов. В статье показано, что водный режим Донского бассейна после 2006 г. характеризуется в целом маловодностью, а начиная с 2013 г. – тенденцией к крайней маловодности, которая за предыдущие 10 лет наблюдается в пятый раз.

**Ключевые слова:** Цимлянское водохранилище, гидрологический режим, объем годового стока, водные ресурсы, уровенный режим.

Складывающаяся ситуация не способствует оптимальным условиям естественного воспроизводства и нагула наиболее ценных видов водных биоресурсов Цимлянского водохранилища, а в наименьшей степени влияет на развитие эврибионтных рыб. Эффективность нереста и величина урожайности молоди промысловых видов рыб подвергаются резким колебаниям численности поколений, которая обусловлена, прежде всего, величиной весеннего стока р. Дон, определяющий площадь нерестилищ и продолжительность их затопления.

Тип Цимлянского гидроузла – русловой. Площадь водосбора в створе Цимлянского гидроузла составляет 255 тыс. км<sup>2</sup> или 60% от водосборной площади всего бассейна р. Дон (422 тыс. км<sup>2</sup>).

Нормальный подпорный уровень (НПУ) 36,0 мБС, минимальный допустимый (УМО) 31,0 мБС. Согласно данным морфометрического обследования водоема, проведенном в 2004 г., его площадь при НПУ составляет 262 тыс. га, при УМО – 187 тыс. га. Длина распространения подпора в межень по естественному речному фарватеру 360 км. Средняя ширина водохранилища 8,8 км, максимальная – 40 км. Максимальная глубина при НПУ 30,8 м, средняя – 8,7 м. Морфологически в водоеме выделяют четыре плеса: Верхний, Чирской, Потемкинский и Приплотинный. Водоохранилище характеризуется большой долей мелководий, что способствует его высокой биопродуктивности, при НПУ доля мелководий с глубиной до 5 м – 28,7%, глубиной до 10 м – 61,9%. Заметное течение (0,1-1,0 м/с) отмечается только на Верхнем плесе водохранилища.

За период эксплуатации Цимлянского водохранилища произошли некоторые изменения морфометрических показателей, которые продолжают в настоящее время. Так, полезный объем (в пределах абсолютных отметок 31,0-36,0 м) уменьшился на 240 млн. м<sup>3</sup>, а объем заиления ложа определен в размере 822 млн. м<sup>3</sup>. В значительной степени эти изменения связаны с процессами абразии и переработки берегов, поступления взвешенных веществ, заиления ложа водохранилища.

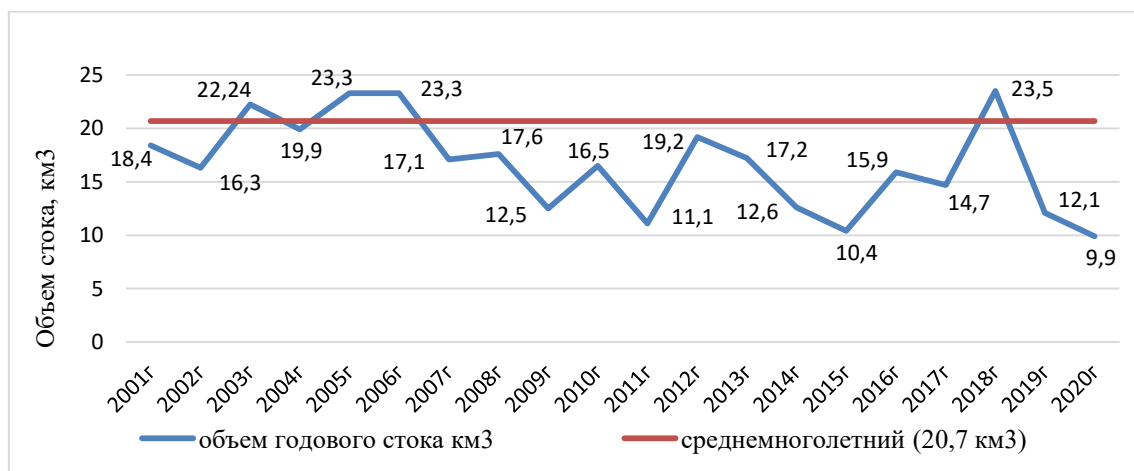
Водный режим Цимлянского водохранилища, обусловлен регулированием между его приходной и расходной частью в течение конкретного года. Приходная часть водного

баланса формируется стоком реки Дон со всей вышерасположенной территории Донского бассейна (территория бассейна реки, расположенная выше г. Калач-на-Дону с которой поступает основной речной сток Волгоградская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская области), а также за счет боковой приточности рек, непосредственно впадающих в водохранилище. Суммарный среднегодовой сток боковых притоков водохранилища составляет до 1,1 км<sup>3</sup> (не превышает 5% от общего притока) и снижается в маловодные годы до 0,2-0,3 км<sup>3</sup>.

Расходная часть обусловлена сбросом водных ресурсов через Цимлянский гидроузел в низовья реки Дон-Азовское море. Измерение расходов (объема сброса по времени, за определенный период) определяется межведомственной группой Росводресурсов, на основании конкретных объемов приточности и фактического наполнения водохранилища. Среднегодовой объем стока с учетом боковой приточности для Цимлянского водохранилища характеризуется величиной в 20,7 км<sup>3</sup>, для маловодных лет объем годового стока составляет 14-18 км<sup>3</sup>, (в наиболее маловодные годы 10-13 км<sup>3</sup> и менее), для многоводных лет объем стока может составлять 22-44 км<sup>3</sup>.

Водохранилище работает в режиме наполнения (период весеннего половодья) и последующей сработки уровня (отдачи водных ресурсов в меженный период) в нижний Дон (Азовское море). Ежегодное наполнение водохранилища происходит в период весеннего половодья на реке Дон и начинается в конце февраля-начале марта, достигая наибольших значений в мае-начале июня, после чего происходит его постепенный спад. Скорость подъема уровня обычно составляет 1-5 см в сутки (в зависимости от объема суточной приточности), спада – 1 см в сутки.

Анализ объема годового стока водных ресурсов в Цимлянское водохранилище за период с 2001 по 2020 гг. показывает, что только для пяти лет с 2003 г. по 2006 г. и 2018 г., по водности характеризуются как средние и многоводные, остальные 15 лет относятся к маловодным, из которых 6 лет к самым маловодным с объемом годового стока всего 12-10 км<sup>3</sup>, при среднегодовом стоке 20,7 км<sup>3</sup>. За рассматриваемый период самым многоводным стал 2018 г. – 23,49 км<sup>3</sup>, близкими к нему были 2005 и 2006 гг. Объем годовой приточности (речной и боковой) в створе гидроузла Цимлянского водохранилища за период 2001-2020 гг. представлен на рисунке 1.

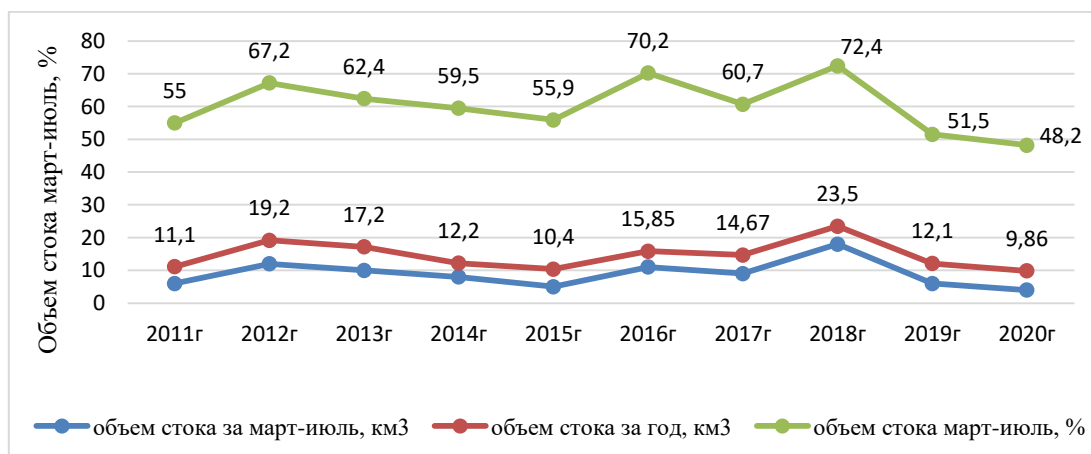


**Рис. 1.** Объем годовой приточности(речной и боковой) в створе гидроузла Цимлянского водохранилища за период 2001-2020 гг., км<sup>3</sup>

Маловодные годы 2009, 2011, 2014 и 2015 гг., из которых наиболее маловодными для Цимлянского водохранилища стали 2015 г. (с объемом стока 10,4 км<sup>3</sup>) и предыдущий 2020 г., самый маловодный за весь период эксплуатации водохранилища с объемом годового стока всего 9,86 км<sup>3</sup> год (48,2% нормы). Период после 2006 г. характеризуется в целом маловодностью, а начиная с 2013 года – тенденцией к крайней маловодности для реки Дон и

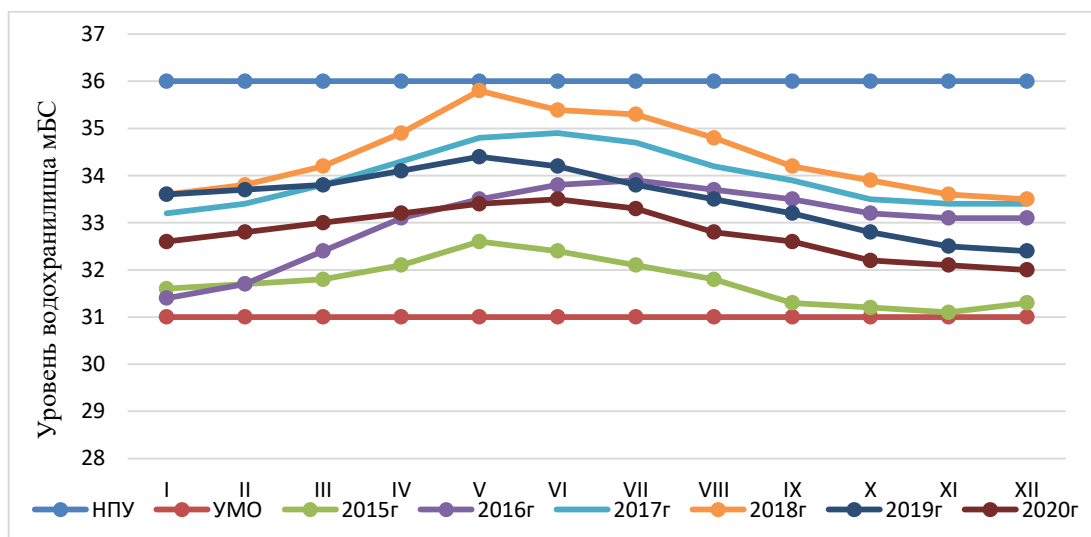
соответственно Цимлянского водохранилища, которая за последние 10 лет на донском бассейна складывается в пятый раз.

Внутригодовое распределение стока характеризуется крайней неравномерностью. Доля стока весеннего половодья (3-5 месяца) – составляет от 55 (маловодные годы) до 75%, на объем стока летне-осенней и зимней межени может приходиться от 45 до 25%. Период летне-осенней и зимней межени отличается более или менее равномерной водностью (за исключением многоводных лет или в отдельные годы, при сочетании весеннего половодья и обильных дождевых паводков), рисунок 2.



**Рис. 2.** Объем стока за март-июль в сравнении с годовым объемом стока, км<sup>3</sup> и %

Анализ уровня режима за ряд последних лет, показывает, что отметка НПУ – 36,0 мБС за указанный период не была достигнута ни разу. Максимальный уровень был достигнут в 2018г. – 35,91 мБС и соответствует максимальному объему стока, рис. 3



**Рис. 3.** Уровеньный режим Цимлянского водохранилища (средние месячные значения уровней) и среднемноголетний уровень (33,7 м) м БС

Поскольку Цимлянское водохранилище является водным объектом комплексного назначения и водопользование должно учитывать требования всех потребителей водных ресурсов, поэтому недопустимо при регулировании использования водных ресурсов, принципа удовлетворения интересов одной стороны за счет другой. Данное имело место при регулировании использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища в 2014–2015 гг., в интересах обеспечения условий судоходства на Нижнем Дону, когда к концу года была



осуществлена сработка уровня водохранилища до критических отметок 31,7-31,17 м БС соответственно. Уровень сработки водохранилища в 2020 г. в зимний меженный период составил 31,96 м БС, что также ниже рекомендованных 32,5 м.

Таким образом, в Донском бассейне с начала 2000-х годов отмечается преобладание малой водности, что не способствует оптимальным условиям естественного воспроизводства, нагула наиболее ценных водных биоресурсов Цимлянского водохранилища и в наименьшей степени влияет на развитие эврибионтных и порционно нерестящихся видов рыб (карась серебряный, густера, красноперка, уклея).

В весенний период рыба на Цимлянском водохранилище концентрируется возле пойменных нерестилищ, балок, идет в р. Дон и малые реки придаточной системы водохранилища. В годы с высоким и средним уровнем паводкового режима отмечается максимальное по площади залитие потенциальных прибрежных участков, пригодных для естественного воспроизводства ВБР, включая залитую территорию берега за счет выхода воды за пределы береговой черты на прилегающие пойменные луга и русловые участки впадающих рек. Отсюда следует, что эффективность нереста и величина урожайности молоди промысловых видов рыб подвергаются резким колебаниям численности поколений, которая обусловлена прежде всего величиной весеннего стока р. Дон, определяющий площадь нерестилищ и продолжительность их затопления.

### **Предложения**

1. В период весеннего половодья для максимально возможно полного залития нерестилищ в многоводный и средневодный годы уровень водохранилища должен быть не ниже 35,50 м БС

2. Поддержание набранного уровня 10-15 дней (период выклева личинки и переход ее на активное питание);

3. Постепенная сработка уровня водохранилища (не более 5 см в сутки в период нагула молоди и ее ската в открытую часть водоема) до осени (октябрь-ноябрь). Для нормирования уровня сработки Цимлянского водохранилища с учетом интересов рыбного хозяйства и требований по обеспечению сохранности ВБР, установлена норма, ограничивающая сработку уровня Цимлянского водохранилища к началу зимней межени до отметки не ниже 32,5 м БС (конец ноября), что обеспечит;

- предотвращение осушения до 7000 га мелководий преимущественно Верхнего и Чирского плесов и соответственно зарастания жесткой водной растительностью участков акватории являющихся местом нереста и нагула ВБР;

- более благоприятные условия зимовки рыб и сохранения кормовой базы (исключая придавливание льдом и промерзание дна);

- в средневодные и маловодные годы позволяет создать благоприятные условия для естественного воспроизводства рыб следующего года, за счет большего наполнения водохранилища (экономия составляет 1,0 км<sup>3</sup> воды в водохранилище);

- в многоводные годы позволяет быстрее заполнить Цимляское водохранилище до отметок близких к НПУ и направить больший объем стока в низовье Дона.

### **Список литературы**

Лапицкий И.И. 1970. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище. Труды Волгоградского отделения ГосНИОРХ, 279 с.

Правила использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища // Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 02 июня 2016 г. №114 <http://data.rosreestr.ru/doc/2016/06/02/114> обращения 26.07.2021 г. docs.cntd.ru/document/901900510

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. С.-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. 320 с.

Материалы, обосновывающие общие допустимые уловы водных биологических ресурсов в Цимлянском водохранилище и водоемах Волгоградской области на 2021 год (с оценкой воздействия на окружающую среду), Волгоград 2020.

## Ретроспективный анализ качества водных биоресурсов Каспийского моря по паразитологическим показателям в 2016–2020 гг.

А.Э. Лахтина<sup>1</sup>, В.В. Проскурина<sup>1</sup>, Е.А. Воронина<sup>1</sup>, Н.Ю. Терпугова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: [anastasiaL.chan@yandex.ru](mailto:anastasiaL.chan@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье приведен анализ ретроспективных материалов о качестве водных биологических ресурсов Каспийского моря по паразитологическим показателям в период с 2016 по 2020 гг.

**Ключевые слова:** Каспийское море, показатели качества рыбы, паразитофауна, карповые, сельдевые.

Каспийское море, располагающее большим количеством водных биоценозов, высокой плотностью беспозвоночных и позвоночных животных, тесным контактом между ними, создает благоприятные условия для возникновения, сохранения, передачи инвазионного начала. Ракообразные, моллюски, олигохеты – ценный и питательный корм для рыб, выступают в качестве промежуточных хозяев паразитических организмов (Семенова и др., 2007). Среди паразитов, обитающих в морских рыбах, могут встречаться и такие, которые опасны для человека, способные изменять физические свойства рыбного сырья или портить товарный вид рыбы и рыбной продукции. Поэтому до направления потребителю вся рыба должна подвергаться паразитологическому обследованию с целью обнаружения эпидемиологически значимых гельминтов, определения их жизнеспособности, установления степени пораженности ими для последующего решения вопроса о возможности использования рыбной продукции в пищевом производстве (Иванова и др., 2016).

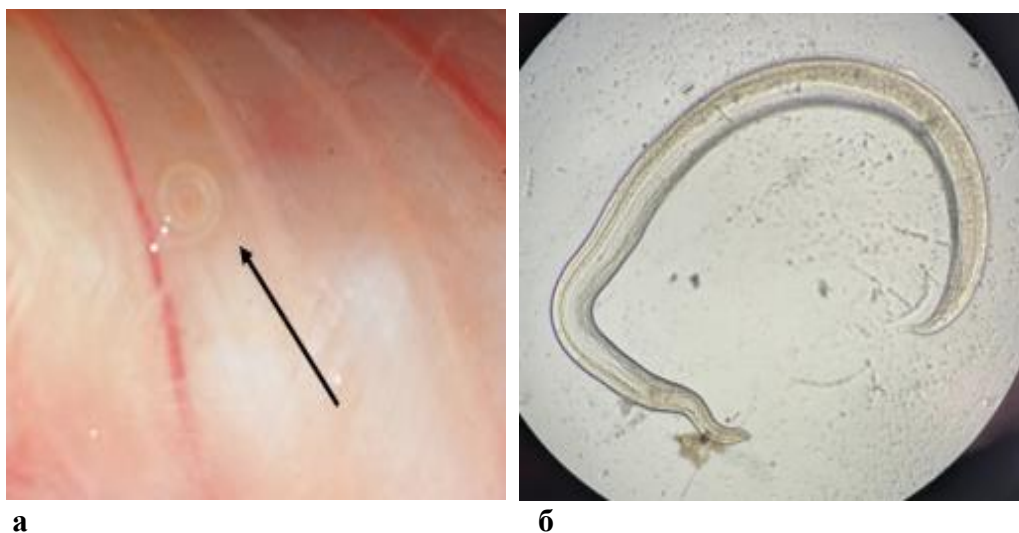
Целью данной работы являлся анализ ретроспективных материалов о качестве водных биологических ресурсов по паразитологическим показателям в период с 2016 по 2020 гг.

За анализируемый период было исследовано 5806 экз. рыб следующих видов: долгинская сельдь *Alosa braschnikowi* (Borodin, 1904), большеглазый *Alosa saposchnikowii* (Grimm, 1887) и каспийский *Alosa caspia* (Eichwald, 1838) пузанки, обыкновенная *Clupeonella caspia* (Svetovidov, 1941) и анчоусовидная *Clupeonella engrauliformis* (Borodin, 1904) кильки, вобла *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870), лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Оценку качества водных биоресурсов по паразитологическим критериям проводили на основании неполного паразитологического обследования. Также определяли видовую принадлежность выявленных гельминтов и их жизнеспособность. Работу осуществляли согласно общепринятым методикам и в соответствии с нормативной документацией (МУК 3.2.988-00; МУ 3.2.1756-03; СанПиН 3.2.3215-14; ТР ЕАЭС 040/2016).

Результаты проведенного анализа показали, что наиболее распространенными были нематоды *Anisakis schupakovi* (Nematoda: Anisakidae), выявленные у большинства обследованных видов водных биологических ресурсов (ВБР), за исключением килек. Объясняется это тем, что в пищевом рационе у представителей каспийских килек не входят беспозвоночные – промежуточные хозяева данных гельминтов. В 2016-2020 гг. максимальную инвазированность анизакисом наблюдали у долгинской сельди (ЭИ  $39,56 \pm 18,59$  %). У каспийского пузанка этот показатель варьировал от 12,00 до 22,86 %. Зараженность карповых рыб (лещ, вобла) была ниже, чем сельдевых, и изменялась незначительно (ЭИ леща от 2,60 до 5,80 %, ЭИ воблы от 3,09 до 3,82 %). Живые личинки паразита локализовались в полости тела, под серозными оболочками и в стенках кишечника

(рис. 1а). Следует отметить, что *Arophallus schupakovi* в мышечных тканях обследованных особей в 2016-2020 гг. не регистрировали.

Значительную долю в паразитоценозах исследованных гидробионтов занимали нематоды *Contracaecum larvae* II, *Contracaecum microcephalum* (Nematoda: Anisakidae) и *Eustrongylides excisus* (Nematoda: Dioctophymidae). Представители рода *Contracaecum* преобладали у сельдевых рыб: каспийского пузанка (ЭИ  $41,9 \pm 2,31$  %) и долгинской сельди (ЭИ  $37,0 \pm 8,31$  %). *Eustrongylides excisus* контаминировал воблу (ЭИ  $3,1 \pm 0,54$  %). Живые личинки паразитов имели разнообразную локализацию, встречались в стенках желудка и кишечника, печени, селезенке, в свободном и инкапсулированном состоянии (рис. 1б). Мышцы исследуемых ВБР были свободны от заражения.



**Рис. 1.** Нематоды сем. Anisakidae: а — *Anisakis schupakovi* в стенке брюшка долгинской сельди; б - *Contracaecum larvae* II в кишечнике леща (ув. 14 x 2).

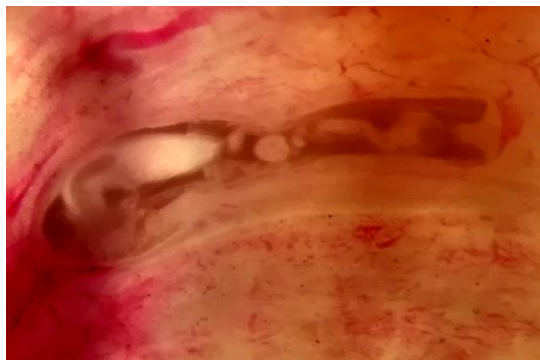
Метацеркарии *A. muehlingi* (Trematoda: Heterophyidae) ежегодно регистрировали у воблы и леща. Уровень зараженности карповых рыб трематодами к 2020 г. существенно снизился (табл.). Численность дигеней в паразитоценозах воблы сократилась в 20 раз. Количество метацеркариев *A. muehlingi* в паразитоценозах леща в этот период варьировало в пределах двух порядков. При этом в большинстве случаев выявленные паразиты были жизнеспособны. Основное место их локализации – ткани плавников и покровы тела.

**Таблица.** Показатели зараженности половозрелых особей воблы и леща трематодой *Arophallus schupakovi* в Каспийском море в 2016-2020 гг.

Период исследования	Вид рыбы			
	вобла		лещ	
	ЭИ, %	ИО, экз.	ЭИ, %	ИО, экз.
2016 г.	20,00	0,67	6,70	0,13
2017 г.	9,20	0,32	20,80	0,53
2018 г.	5,00	0,07	5,70	1,17
2019 г.	3,10	0,06	4,40	0,12
2020 г.	1,53	0,03	1,20	0,58

Скребни *Corynosoma strumosum* (Acanthocephala: Polymorphidae) инвазировали только сельдевых рыб. У обыкновенной и анчоусовидной килек этого паразита отмечали ежегодно с экстенсивностью инвазии  $5,12 \pm 0,51$  %,  $2,61 \pm 0,48$  % соответственно. Анализ данных, полученных в период с 2016 по 2020 г., показал отсутствие существенных изменений в

зараженности тюлек этим видом гельминта. Инвазированность долгинской сельди данным паразитом составляла – 4,00 %. Акантеллы локализовались в полости тела и стенках пищеварительного тракта обследованных гидробионтов (рис. 2). Большинство выявленных личинок были жизнеспособны.



**Рис. 2** *Corynosoma strumosum* в стенке пищеварительного тракта обыкновенной кильки (ув. 14 x 2).

Трематода *O. felineus* была зарегистрирована однократно в 2018 г. у одной воблы при ЭИ 1,43 % и ИО 0,03 экз.

Полученные данные показали, что у обследованных рыб в 2016-2020 гг. выявлено 7 видов эпидемиологически значимых паразитических организмов: *A. schupakovi*, *Contracaecum* larvae II, *C. microcephalum*, *E. excisus*, *C. strumosum*, *A. muehlingi*, *Opisthorchis felineus*. Все исследованные виды рыб (долгинская сельдь, большеглазый и каспийский пузанки, обыкновенная и анчоусовидная кильки, вобла, лещ) соответствовали категории «условно годная рыба». Согласно МУ 3.2.1756-03. 3.2. «Профилактика паразитарных болезней» данная категория присваивается рыбной продукции, в пробе которой найдена хоть одна живая личинка паразитов, опасных для здоровья человека и животного. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) не допускает реализацию пищевой рыбной продукции, употребляемой в пищу, части которой поражены опасными паразитами. Такая рыба допускается в реализацию только после переработки и обеззараживания в соответствии с СанПиНом 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации».

### Список литературы

Иванова Е.С., Кузьмичев Б.Ю., Мартынова О.В., Имамутдинова Н.Ф., Донскова А.Ю., Аракельян Р.С. 2016. Санитарно-паразитологическое состояние объектов окружающей среды Астраханской области. Молодежный инновационный вестник 5 (1): 238-239.

МУ 3.2.1756–03. 2005. Эпидемиологический надзор за паразитарными болезнями. М: Стандартиформ, 84 с.

МУК 3.2.988–00. 2001. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. М: Стандартиформ, 35 с.

СанПиН 3.2.3215–14. 2002. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 146 с.

Семенова Н.Н., Иванов В.П., Иванов В.М. 2007. Паразитофауна и болезни рыб Каспийского моря: монография. Астрахань: АГТУ, 558 с.

ТР ЕАЭС 040/2016. 2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции», 129 с.



## Особенности содержания пинагора (*Cyclopterus lumpus*) в условиях морского аквариума

В.А. Леднева<sup>1</sup>, М.А. Скугарев<sup>2</sup>, И.В. Мейнцер<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «АГТУ», Россия, пос. Рыбное

<sup>2</sup>Центр океанографии и морской биологии «Москвариум», г. Москва

E-mail: [kafvba@mail.ru](mailto:kafvba@mail.ru), [i.meyntser@moskvarium.ru](mailto:i.meyntser@moskvarium.ru)

**Аннотация:** Представлены результаты работы Центра океанографии и морской биологии «Москвариум» в Москве с представителем ихтиофауны Белого моря - пинагором (*Cyclopterus lumpus*). Приводится зарубежный опыт использования этого вида в качестве рыбы - чистильщика при выращивании лососевых рыб в морских садках.

**Ключевые слова:** пинагор, морской аквариум, разведение

Пинагор, или рыба-воробей (*Cyclopterus lumpus*) – представитель семейства Cyclopteridae – придонно-пелагический вид континентального шельфа и материкового склона. При максимальной глубине обитания в 870 м от поверхности чаще всего обитает на глубинах 50-150 м. Максимальная длина 60 см (в уловах 20-30 см), масса 5 кг. Период нереста в зависимости от района обитания и условий может продолжаться с января по июль. Сам нерест порционный и длительный – до 15 дней – происходит в прибрежной зоне с каменистым грунтом. Плодовитость от 15 до 300 тыс. клейких икринок, окрашенных в цвета от желто-оранжевого до буро-малинового. В природных условиях период развития икры длится до двух месяцев (Промысловые рыбы..., 2006; Кухоренко, 2010).

Благодаря необычной внешности пинагор содержится во многих океанариумах мира. В «Москвариуме» (Центр океанографии и морской биологии в Москве) этот вид представлен в биотопной экспозиции «Белое море» (Рисунок 1а) наряду с другими представителями рыбного населения этого водоема. Отлов и завоз гидробионтов осуществлялся непосредственно из Белого моря в 2017 году совместно с фирмой «АкваЛого» (Телегин, 2017).

В Москвариуме после предварительной адаптации в условиях карантина пинагор содержится в холодной морской воде с температурой 10°C, соленостью 30 ‰, рН 8,0-8,2. Взрослых рыб в экспозиции кормят креветками, рыбой, кальмарами (Рисунок 1б).

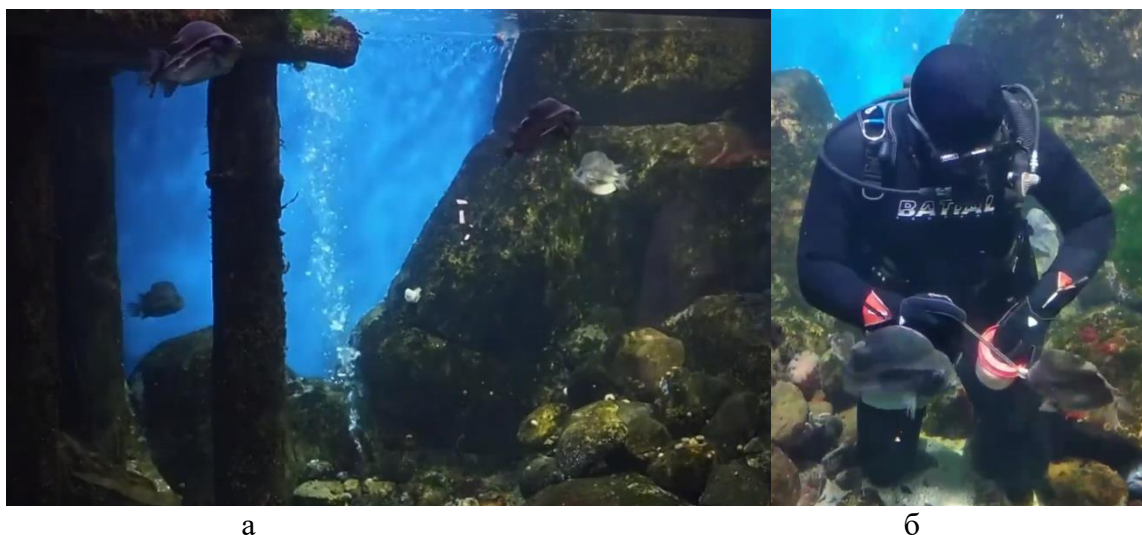


Рис. 1. Экспозиция Белое море в «Москвариуме» (а), кормление пинагора (б)

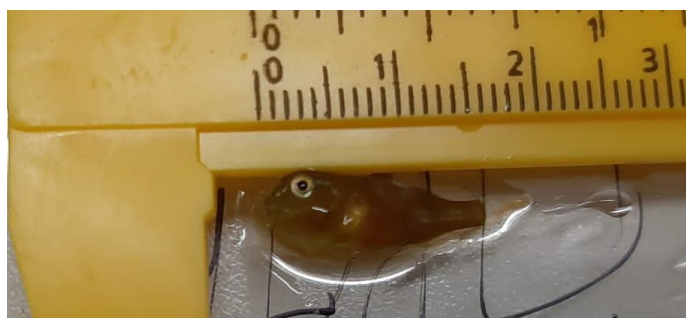
В 2021 году было получено его второе потомство. Процесс икротетания происходит в аквариуме экспозиции, после чего кладку икры и самца изымают водолазы для дальнейшей пересадки в карантинные аквариумы. Самец аэрирует и охраняет кладку, а на этапе вылупления предличинок его снова возвращают в экспозицию

Для мальков стартовым кормом была выбрана науплия артемии и циклопы, в дальнейшем их переводили на живую и мороженую артемию. Сложность выращивания мальков заключается в каннибализме более активных и крупных особей по отношению к более мелким собратьям.

В 2021 году при вылуплении 20 июля за два месяца мальки достигли массы  $0,29 \pm 0,02$  г и длины  $14,97 \pm 0,25$  мм (таблица и рис. 2).

**Таблица.** Морфологические показатели мальков пинагора в возрасте 2 месяцев

Показатели	Среднее знач.	Станд. откл.	Ошибка средн.	Min	Max	Cv
Масса, г	0,29	0,10	0,02	0,130	0,485	33
Длина зоологическая, мм	15,0	1,35	0,25	13,0	18,0	9



**Рис. 2.** Измерение малька пинагора в возрасте двух месяцев

Это несколько меньше, чем в естественном ареале – в сентябре длина мальков в условиях Белого моря может достигать 20 мм (Промысловые рыбы..., 2006). Вероятно, связано это с отсутствием сезонности в условиях содержания и постоянством температуры в океанариуме.

Пинагор является промысловым видом. При его обитании в умеренных и холодных водах Тихого и Атлантического океанов, значительная доля его добычи приходится на Балтийское море, что приводит к планомерному истощению его запасов. Мировой лидер по добыче пинагора – Норвегия – постепенно переходит от вылова к его выращиванию в мариккультуре. На данный момент в Норвегии рыба-воробей является третьим по значимости видом после лосося и радужной форели, в 2018 году было выращено более 31 млн. особей аквакультурного пинагора (Директорат рыболовства Норвегии, 2016).

Разведение пинагора в промышленных масштабах осуществляют в садковых хозяйствах совместно с выращиваемым лососем и радужной форелью. В начале 2000-х годов в качестве эксперимента в одном из лососевых хозяйств в садки были запущены пинагоры, и результат превзошел все ожидания – пинагор за короткий период значительно сократил число лососевых вшей (*Lepeophtheirus salmonis*), которые являются основным возбудителем лепефтериоза среди лососевых. Следом за Норвегией инициативу разведения рыбы-чистильщика подхватила Шотландия, где уже в 2008 году под выращивание нового вида было восстановлено ранее законсервированное рыбное хозяйство Broonies Taing в Сэндвике. По результатам многолетних наблюдений Бен Перри, технический директор FAI Aquaculture, Великобритания, отметил следующее: при соблюдении санитарных условий и особого

рациона для пинагоров в садках, при соотношении 1:10 (пинагора к лососю) в течение 8 недель количество лососевых вшей снизилось на 70% и оставалось на низком уровне. Наибольшую эффективность такого разведения получили при соотношении 1:5, вследствие чего общее число паразитов снизилось до 20%, после чего часть рыб-воробьев отсаживали во избежание их голодания. В действительности данный метод профилактики лепеофтериоза позволяет минимизировать затраты хозяйства на лекарственную обработку садков и зараженных рыб, а также увеличить потенциальные масштабы продукции лососевых за отсутствием необходимости регулярного стресса и диеты рыб перед лечением (Богатова, 2017).

Таким образом, пинагор является пластичным и одним из ярких декоративных объектов экспозиции Белого моря в Москвариуме. Его способность размножаться в искусственных условиях дает возможность для разведения в качестве биологического «очистителя» при выращивании лососевых рыб в мариккультуре.

### Список литературы

Богатова Д. 2017. Пинагор избавит лосося от вшей – [Электронный ресурс] – Режим доступа: (<https://aquavitro.org/2017/10/27/pinagor-izbavit-lososya-ot-vshej/>).

Директорат рыболовства Норвегии (<https://www.fiskeridir.no/Russkij/Rybolovstvo-i-promysel/Novosti/Pinagor-tretij-po-znachimosti-vid-v-oblasti-akvakul-tury-Norvegii>)

Кухоренко К.Г., Кукуев Е.И. 2010. Рыбы Атлантики / под ред. : М. М. Хлопникова; Федерал. агентство по рыболовству, Атлантический НИИ рыбного хоз-ва и океанографии, Музей Мирового океана. Калининград: Терра Балтика, 192 с.

Промысловые рыбы России. В двух томах / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра; М.: изд-во ВНИРО. 2006. – 535 – 537 с.

Телегин А.В. В коллекции «Москвариума» отнерестились пинагоры, 2017. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: (<https://www.aqualogo-engineering.ru/obitатели-oceanariumov/nerest-pinagora-v-moskvariume.php>)

## Паразиты рыб Белого и Баренцева морей: особенности фауны и ретроспективный анализ изученности

*А.Д. Логвиненко<sup>1</sup>, И.И. Гордеев<sup>2,1</sup>*

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: [andreylogv@yandex.ru](mailto:andreylogv@yandex.ru), [gordeev\\_ilya@bk.ru](mailto:gordeev_ilya@bk.ru)

**Аннотация.** Проведен ретроспективный анализ опубликованных данных о фаунистическом составе и уровне зараженности морских и проходных рыб Белого и Баренцева морей многоклеточными паразитами. Собраны количественные данные о паразитофауне 19 видов морских и проходных рыб Белого моря и 19 видов рыб Баренцева моря, которые заражены 91 видом паразитических Metazoa в Белом море и 68 видами в Баренцевом море. Разнообразие и интенсивность инвазии в заливах Белого моря отличается, что вероятно связано с различиями в солености. По индексу Маргалёфа степень видового богатства паразитофауны Белого моря и Баренцева моря оказалась сходной.

**Ключевые слова:** гельминты, Белое море, Баренцево море, морские рыбы, проходные рыбы, видовое богатство.

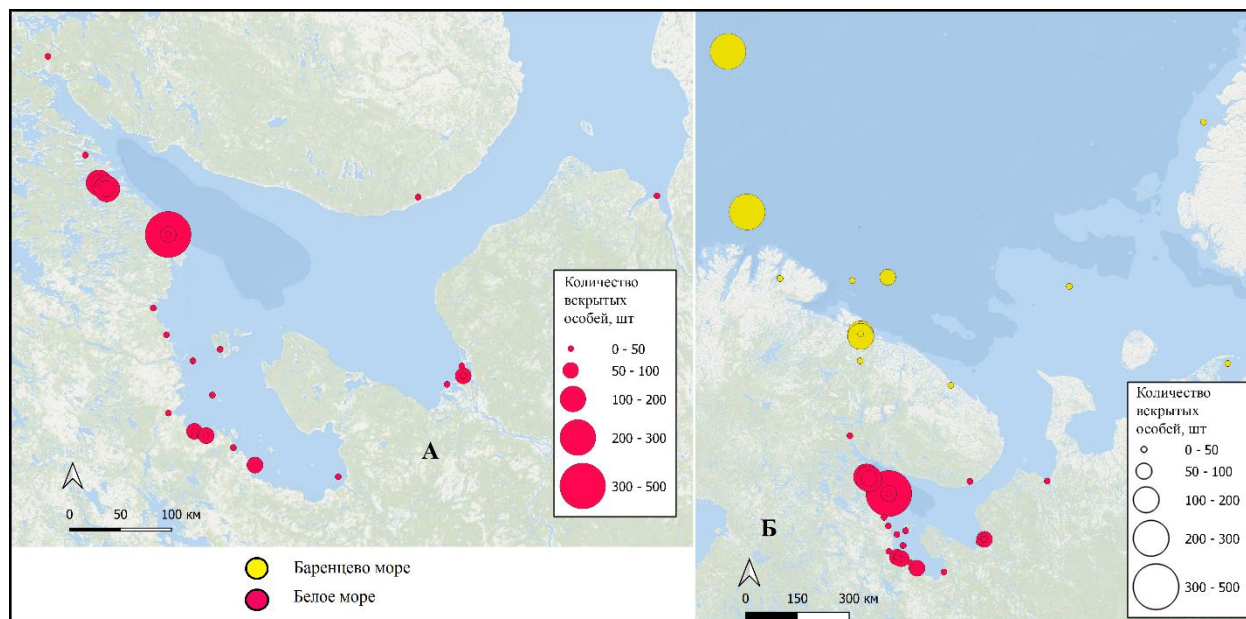
Белое море является внутренним морем Российской Федерации и включает три крупных залива – Кандалакшский залив, Двинская губа и Онежская губа. Соленость воды на большей части акватории Белого моря значительно ниже океанической и варьирует в пределах 23-28‰, в зависимости от времени года, глубины и близости к устьям рек. Наибольшее опреснение наблюдается в поверхностном 10-20 метровом слое (Добровольский, Залогин, 1982). Ихтиофауна Белого моря насчитывает 41 вид костистых и хрящевых рыб (Чесунов и др., 2008). Среди них имеются ценные морские и проходные промысловые виды рыб (лососи, навага, беломорская треска и т.д.). Баренцево море имеет соленость близкую к океанической — 34,5-35‰ (Добровольский, Залогин, 1982), а ихтиофауна включает 118 видов костных и хрящевых рыб (Wienerroither et al., 2011). Несмотря на длительную историю исследования, и хозяйственного использования северных акваторий, сведения о зараженности морских и проходных рыб, как в Белом, так и в Баренцевом морях крайне неоднородны и лишь изредка включают численные данные об интенсивности и экстенсивности заражения (Berger et al., 2001). В данной работе мы провели ретроспективный анализ современного состояния изученности паразитов рыб данных северных акваторий и выявили особенности видового разнообразия паразитов рыб и уровня зараженности.

В ходе библиографического поиска было изучено 62 источника, из которых 29 содержат численные характеристики зараженности. В число исследованных работ входят обзоры паразитофауны рыб Белого (Шульман, Шульман-Альбова, 1953 и др.) и Баренцева моря (Sobeska et al., 2011 и др.), статьи по определенному виду (или видам) рыб (Бакай, 2016 и др.). Солидную часть изученной литературы составляют описания паразитов промысловых рыб (Шульман и др., 1993; Барская и др., 2005 и др.). Также использовались данные из статей по определенным таксономическим группам паразитов (Карасев и др., 1993; Gordeev, Polyakova, 2020 и др.). При экстрагировании данных использовались принятые паразитологические индексы: интенсивность и экстенсивность инвазии (Bush et al., 1997). Иногда сравнивали индекс обилия паразитов (Бакай, 2012). Полученные выборки сравнивались по индексу видового богатства Маргалёфа (Городничев, 2019). Индекс видового богатства рассчитывался при помощи программы Primer (V6)



PERMANOVA+ add-on. Построение картографических проекций производилось при помощи программы QGIS (3.16).

Анализ географического распределения исследований по акватории Белого моря показал, что абсолютное их большинство приходится на прибрежные участки и эстуарии, в то время как центральная часть ими практически не охвачена (рис. 1А). В Баренцевом море исследования в основном велись по его южному берегу, вблизи от поселений людей (рис. 1Б). На данный момент, на предмет зараженности паразитами исследовано 46% известной ихтиофауны Белого моря и 16% всей совокупности видов рыб Баренцева моря. В литературных источниках имеются сведения о зараженности рыб Белого моря 91 видом гельминтов, а Баренцева – 68 видами.



**Рис. 1.** Распределение количества вскрытых рыб в акватории Белого моря (А) и Баренцева моря (Б)

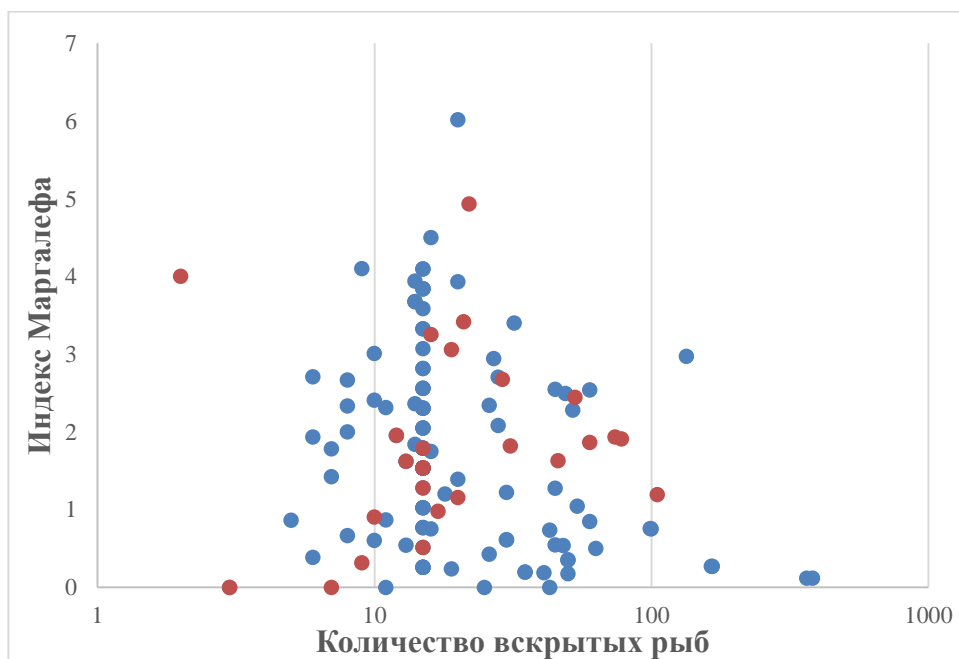
В Белом и Баренцевом морях по экстенсивности инвазии среди эктопаразитов лидируют копеподы (*Lernaecocera branchialis*, *Lepeophtheirus salmonis* и др.), а среди эндопаразитов – трематоды (*Podocotyle atomon*, *Brachiphallus crenatus*, *Derogenes varicus* и др.). Количество особей, зараженных всеми группами паразитов (не считая моногеней и цестод) в Баренцевом в среднем выше на 9%, чем в Белом. По интенсивности инвазии среди эктопаразитов в Белом море лидируют копеподы, а в Баренцевом – моногеней (*Gyrodactylus* sp., *Gyrodactyloides* sp. и др.). Среди эндопаразитов в обоих морях лидируют трематоды, а в Белом море еще и цестоды (*Eubothrium crassum*, плероцеркоиды *Scolex* sp.).

В заливах Белого моря соленость сильно отличается, поэтому, сравнивая их по индексу обилия паразитов, а также по видовому разнообразию, можно судить о влиянии солености на локальное состояние паразитической компоненты в этих районах Белого моря. Наибольшее обилие представителей всех групп паразитов, кроме копепод, наблюдается в самом соленом заливе – Кандалакшском (20-28‰). В Двинском заливе, самом распресненном (10-12‰), обилие всех групп, кроме трематод, значительно ниже, чем в Кандалакшском. Как и ожидалось, чем ближе вода по солености к океанической, тем больше разнообразие морских видов паразитов у истинно морских рыб.

Так же в литературе имеются сведения о паразитофауне проходных рыб в Белом море: корюшки *Osmerus eperlanus*, семги *Salmo salar*, кумжи *Salmo trutta*, горбуши *Onchorhynchus gorbusha* и сига обыкновенного *Coregonus lavaretus*. У них отмечено 48 паразитических видов, из которых 18 являются паразитами с пресноводными промежуточными хозяевами (*Discocotyle sagittata*, *Diplostomum spathaceum*, *Eubothrium*

*crassum*, *Dibothriocephalus* sp. и др.). Для Баренцева моря доступны данные по паразитофауне 6 видов проходных рыб: корюшки *Osmerus mordax dentax*, семги *Salmo salar*, кумжи *Salmo trutta*, горбуши *Onchorhynchus gorbuscha*, омуля *Coregonus autumnnalis* и гольца *Salvelinus alpinus*. У проходных рыб Баренцева моря исследователями обнаружено 37 видов паразитов, из этого числа 12 видов являются пресноводными (*Dibothriocephalus* sp., *Rhaphidaskaris acus*, *Salmincola salmonea* и др.). В проходных рыбах Белого моря по экстенсивности инвазии среди эктопаразитов лидируют моногенеи, а Баренцева – копеподы. Среди эндопаразитов наибольшее распространение у цестод в Белом море и у трематод в Баренцевом. По интенсивности инвазии среди эктопаразитов проходных рыб и в Белом, и в Баренцевом морях лидируют копеподы, а среди эндопаразитов – трематоды. По экстенсивности инвазии видно, что проходные рыбы меньше морских заражены всеми группами паразитов, кроме трематод и цестод. Для проходных рыб Белого моря отмечена большая, чем для морских интенсивность инвазии трематодами, цестодами и копеподами.

Для наиболее исследованных видов рыб из обоих морей был рассчитан индекс видового богатства Маргалефа (отдельно для каждой локации), который отражает плотность паразитических видов в определенном виде рыб. По общему распределению индивидуальных индексов Маргалефа можно сказать, что степень видового богатства Белого моря сходна со степенью видового богатства Баренцева моря, так как их поля перекрываются и не имеют четкого разграничения (рис. 2).



**Рис. 2.** Распределение индекса Маргалефа видового разнообразия паразитов основных видов рыб Белого (синим) и Баренцева (оранжевым) морей

#### Список литературы

- Бакай Ю.И. 2012. Эколого-паразитологическая характеристика золотистого морского окуня *Sebastes marinus* (Scorpaeniformes). Вестник МГТУ 15(4): 706-715.
- Бакай Ю.И. 2016. Эколого-паразитологическая характеристика малого морского окуня *Sebastes viviparus* (Pisces: Scorpaenidae). Паразитология 50(5): 345-356.
- Барская Ю.Ю., Иешко Е.П., Новохацкая О.В. 2005. Формирование паразитофауны горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) в условиях акклиматизации. Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря. IX международная конференция 11-14 октября 2004 г. Петрозаводск: 39-43.

- Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Ушницкая Л.А., Левина С.Н., Давыдова П.В. 2019. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных. Якутск: Издательский дом СВФУ, 94 с.
- Добровольский А.Д., Залогин Б.С. 1982. Моря СССР. М.: Издательство Московского университета, 192 с.
- Карасев А.Б., Митенев В.К., Шульман Б.С. 1993. Моногении рода *Gyrodactilus* у трески *Gadus morhua morhua* L. в прибрежных районах Баренцева моря. Паразитологические исследования рыб северного бассейна. Мурманск: 18-23.
- Чесунов А.В., Калякина Н.М., Бубнова Е.Н. 2008. Каталог биоты Беломорской биологической станции МГУ. М.: Товарищество научных изданий КМК, 384 с.
- Шульман Б.С., Митенев В.К., Карасев А.Б. 1993. Паразитофауна трески и сайды некоторых губ Баренцева моря. Паразитологические исследования рыб северного бассейна. Мурманск: 24-33.
- Шульман С.С., Шульман-Альбова Р.Е. 1953. Паразиты рыб Белого моря. Л.: Издательство Академии наук СССР, 200 с.
- Berger, V., Galaktionov, K., Dahle, S., & Kosobokova, X. 2001. White Sea ecology and environment. St. Petersburg – Tromsø: 157p.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Parasitology* 83 (4): 575-583.
- Gordeev I.I., Polyakova T.A. 2020. The first record of *Pseudanthobothrium hanseni* Baer, 1956 (Cestoda: Echinobothriidae) in the White Sea. *Invertebrate Zoology* 17(4): 361-369.
- Sobecka E., Łuczak E., Więcaszek B., Antoszek A. 2011. Parasite community structure of cod from Bear Island (Barents Sea) and Pomeranian Bay (Baltic Sea). *Polish Polar Research*: 253-262.
- Wienerroither R., Johannesen E., Dolgov A., Byrkjedal I., Bjelland O., Drevetnyak K., Wenneck T. et al. 2011. Atlas of the Barents Sea Fishes. IMR/PINRO Joint Report Series: 274 p.

## Сезонная и межгодовая изменчивость поля солнечной радиации с учетом облачности над Охотским морем и прилегающими акваториями

Д.М. Ложкин<sup>1</sup>, Г.В. Шевченко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Сахалинский филиал ФГБНУ ВНИРО («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск, Россия

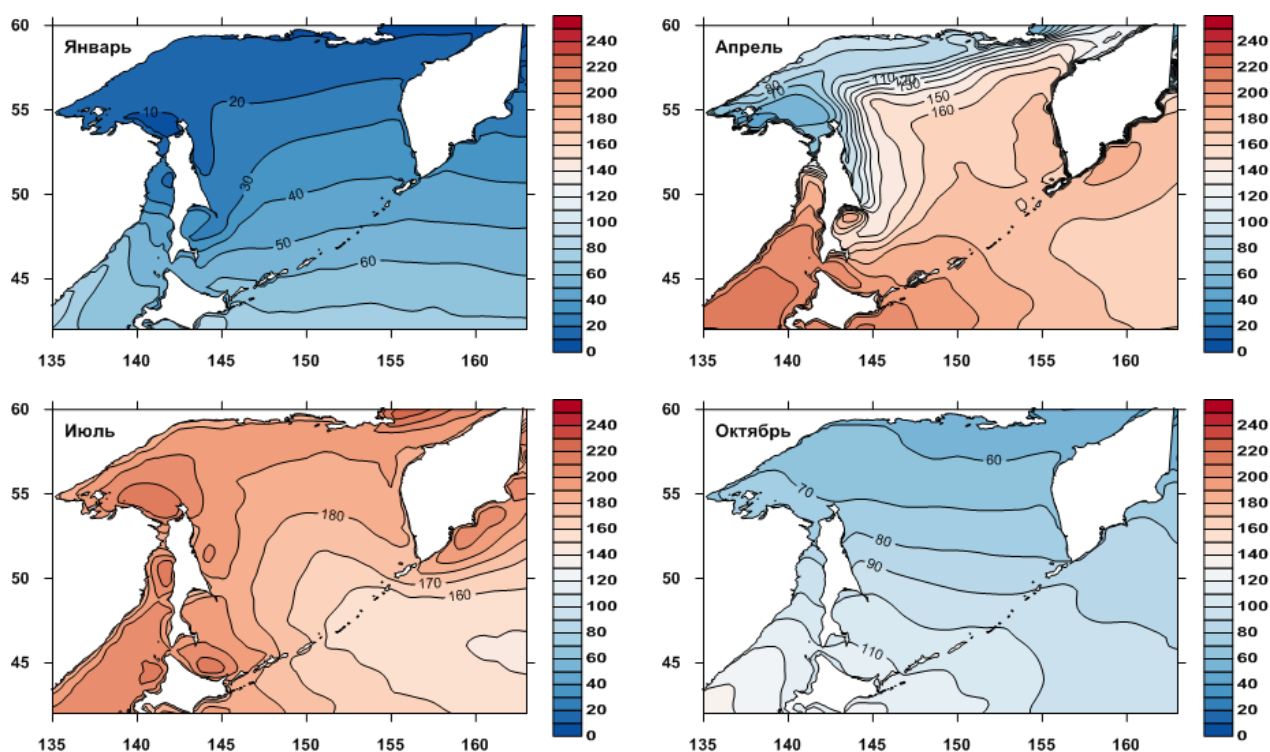
<sup>2</sup> Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия

E-mail: [dima-lm@rambler.ru](mailto:dima-lm@rambler.ru)

**Аннотация.** Для Охотского моря и прилегающих к нему акваторий сформированы ряды среднемесячных значений проникающего коротковолнового излучения с учетом облачности (Short-wave radiation – далее SWR) по спутниковым измерениям продолжительностью в 23 года (1998–2020 гг.). В каждой пространственной ячейке размером около  $0.25 \times 0.25$  градусов для каждого месяца рассчитаны средние многолетние значения, отклонения от средних многолетних (аномалии). Для ряда средних многолетних месячных значений методом наименьших квадратов найдены амплитуды и фазы сезонных гармоник (годовой, полугодовой, треть-годовой и четверть-годовой).

**Ключевые слова:** солнечная радиация, Дальний Восток, short-wave radiation

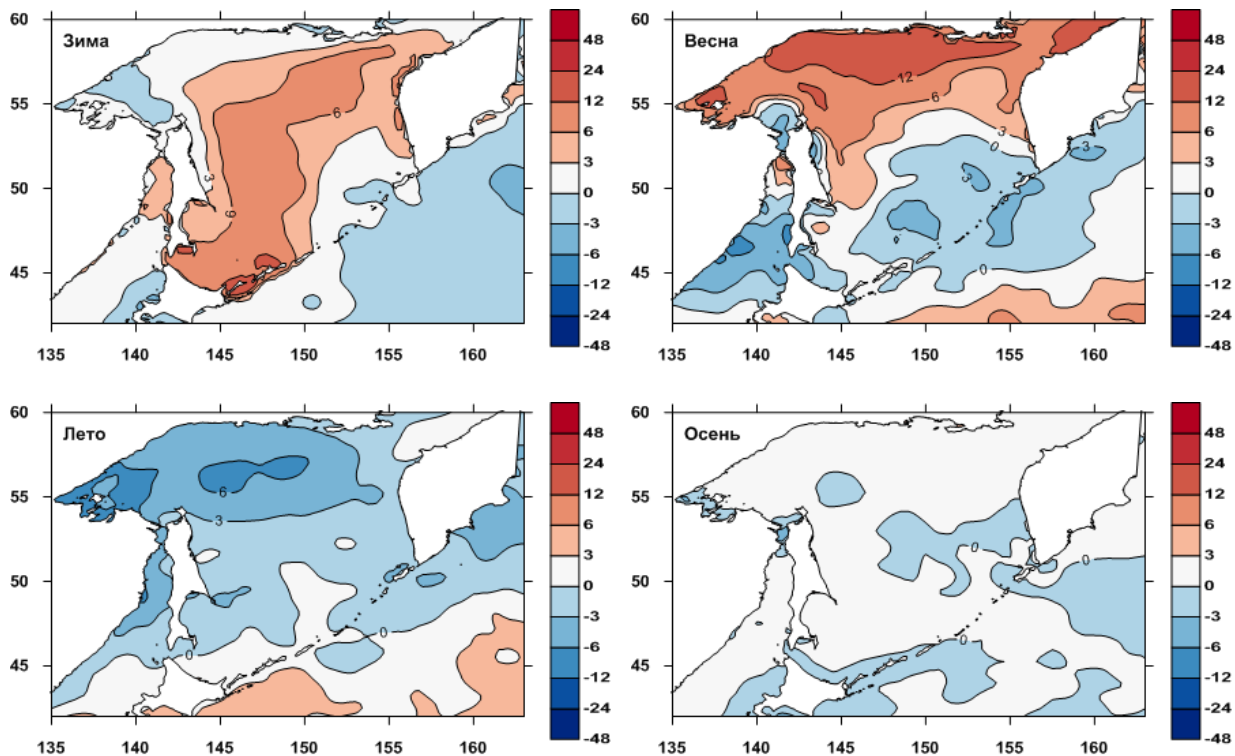
Для Охотского моря и прилегающих к нему акваторий сформированы ряды среднемесячных значений проникающего коротковолнового излучения с учетом облачности (Short-wave radiation – далее SWR) по спутниковым измерениям продолжительностью в 23 года (1998–2020 гг.). В каждой пространственной ячейке размером около  $0.25 \times 0.25$  градусов для каждого месяца рассчитаны средние многолетние значения, отклонения от средних многолетних (аномалии). Для ряда средних многолетних месячных значений методом наименьших квадратов найдены амплитуды и фазы сезонных гармоник (годовой, полугодовой, треть-годовой и четверть-годовой). Методом наименьших квадратов определены коэффициенты линейного тренда.



**Рис. 1.** Среднее многолетнее значение (1998-2020 гг.) SWR ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) в разные месяцы.

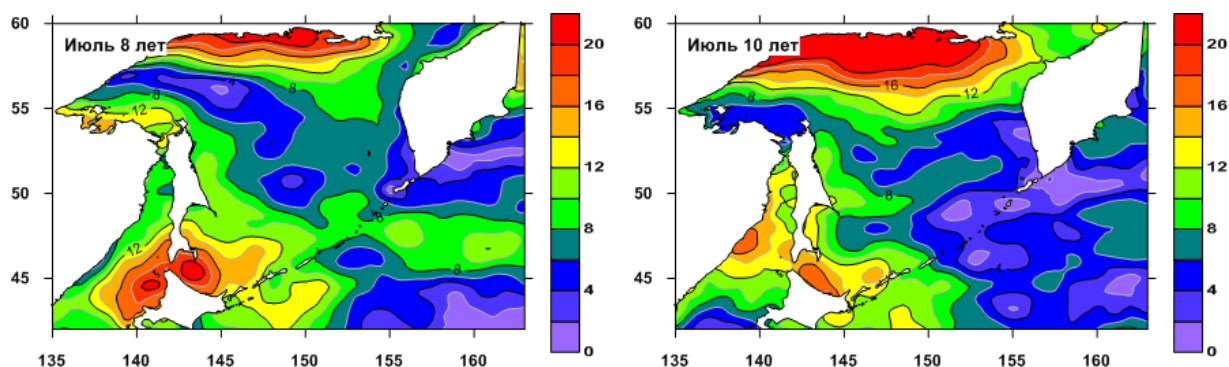
Такие коэффициенты были рассчитаны для каждого месяца отдельно, для среднегодовых значений, а также для средних значений SWR за сезон. Помимо этого были рассчитаны амплитуды и фазы гармоник с периодом от 3 до 11 лет.

В сезонной изменчивости данного параметра ярко прослеживается годовая гармоника с пиком в июне-июле, а минимальным значением в декабре-январе (Рисунок 1). Амплитуда годовой гармоника увеличивается с юго-востока (до  $70 \text{ Вт на кв. м.}$ ) на северо-запад (более  $100 \text{ Вт на кв. м.}$ ), а фаза меняется весьма незначительно. Вклад остальных сезонных гармоник невелик (к примеру, для полугодовой гармоника не превышает  $30 \text{ Вт на кв. м.}$  во всей акватории). В зимне-весенний период изолинии SWR отклоняются от зональных в областях, прилегающих к среднему положению ледового покрова.



**Рис. 2.** Коэффициенты линейного тренда SWR ( $\text{Вт}/\text{м}^2$  за 10 лет) в разные сезоны (сдвинуты относительно календарных на месяц: январь-март, апрель-июнь и т.д.)

Зимой и весной над исследуемой акваторией доминируют положительные тренды SWR, тренд зарождается в феврале, в южной, центральной и восточной части Охотского моря (Рисунок 2). В марте-апреле его область расширяется до полного охвата всей области (максимальная величина положительного тренда превышает  $30 \text{ Вт на кв. м.}$  за 10 лет), в мае концентрируется в северо-западной части Охотского моря, в юго-восточной же части моря и к востоку от Курильской гряды тренд меняется на отрицательный. Летом наблюдается противоположная картина – преобладают отрицательные тренды (с величиной до  $25 \text{ Вт на кв. м.}$  за 10 лет), причем наиболее сильно они выражены в июне, постепенно уменьшаясь к осени. В осенний период (с октября по декабрь) тренды практически отсутствуют.



**Рис. 3.** Амплитуды 8-летней и 10-летней гармоник (Вт/м<sup>2</sup>)

Что касается периодических колебаний, в июле в северной части Охотского моря выделяются низкочастотные компоненты с периодом от 9 до 11 лет (амплитуда колебаний превышает 20 Вт на кв.м.). В области к северу от о-ва Хоккайдо пик приходится на 8-летнюю гармонику. В районе Шантарских о-вов преобладает гармоника с периодом 7 лет. В восточной части Охотского моря преобладают высокочастотные компоненты от 3 до 6 лет (амплитуда ниже 18 Вт на кв.м.).



## Использование биомассы донных цист артемии (*Artemia*) Leach, 1819 для оценки запасов артемии (на стадии цист) в гипергалинных озерах Алтайского края

Г.В. Лукерина<sup>1</sup>, Д.А. Сурков<sup>1</sup>, Я.С. Пяткова<sup>1</sup>, Г.Д. Толкушкина<sup>1</sup>, О.А. Мазникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Баранаул

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва,

E-mail: [altainiro@vniro.ru](mailto:altainiro@vniro.ru), [maznikovao@vniro.ru](mailto:maznikovao@vniro.ru)

**Аннотация.** В настоящей работе представлены результаты исследований грунтов и донных отложений гипергалинных озер Алтайского края. Проведена оценка условий зимовки цист артемии в природных условиях. Определена биомасса донных цист в озерах Кучукское, Малое Яровое и Большое Шкло Алтайского края в среднем по всей площади дна и с учетом особенностей их залегания и хранения на дне, а также жизнеспособности. На основании проведенных исследований показано, что применение единого подхода оценки запасов для всех водоемов может привести к значительному завышению величины рекомендованного вылова, что впоследствии может негативно сказаться на состоянии сырьевой базы артемии гипергалинных водоемов Алтайского края.

**Ключевые слова:** артемия, артемия (на стадии цист), запас, донные цисты, гипергалинные водоемы.

Диапаузирующие яйца (цисты) жаброногого рачка *Artemia* Leach, 1819 являются признанным стартовым кормом и широко используются в аква- и марикультуре. Разработанная и действующая в настоящее время методика определения запаса артемии (на стадии цист), и последующего расчета величины рекомендованного вылова, включает ряд показателей, одним из которых является учет донных (бентосных) цист (Методические рекомендации..., 2019). Для нормального развития популяции рачков артемии в весенний период необходимым фактором является наличие достаточно большого количества цист в биоте озера, это условие сохранения популяции для организмов с экологической стратегией r (Гиляров, 1990). Еще одним немаловажным фактором является наличие благоприятных биотопов для сохранения жизнеспособности цист и их активации.

В связи с этим, целью настоящей работы была оценка возможности использования биомассы донных цист артемии для определения промыслового запаса артемии (на стадии цист), а также условий их зимовки в природных водоемах.

Материалом для работы послужили гидробиологические пробы, отобранные в течение вегетационного периода 2020 года на гипергалинных водоемах Алтайского края (Малое Яровое, Кучукское, Большое Шкло). Водоемы были выбраны как модельные, и отличаются морфологическими и гидрохимическими показателями (Таблица 1). Пробы отбирали в ходе комплексной съемки при помощи маломерного моторного судна (Методика изучения..., 1975; Методические рекомендации..., 1983; Методические рекомендации..., 2019) по схеме станций, включающей различные биотопы озер. Обработку проб проводили в лабораторных условиях массовым и объемным методами в зависимости от типа грунта. Всего отобрано и обработано 144 пробы грунта. Расчет запасов осуществляли согласно принятым методическим рекомендациям (Методические рекомендации..., 2019) с допущениями и дополнениями, обусловленными особенностями водоемов. Статистическую обработку выполняли в программе PAST v. 3.14. (Hammer et al., 2001).

**Таблица 1.** Основные показатели исследуемых гипергалинных водоемов Алтайского края, 2020 г.

Показатель	Озеро		
	Кучукское	Малое Яровое	Большое Шкло
Площадь, км <sup>2</sup>	181,0	35,2	3,3
Средняя глубина, м	1,6	2,8	1,0
Максимальная глубина, м	2,4	5,0	1,3
Соленость, г/кг	289	235	118
Тип накопления солей	Рапное, самосадочное	Рапное	Рапное
Типы грунтов	Черные и серые илы, мощные солевые отложения	Песчаный, песчано-илистый, черные и серые илы	Илисто-глинистый, песчано-илистый

Известно, что для начала развития эмбриона после детерминации диапаузы необходимо наличие кислорода, положительные температуры и пресная вода (Воронов, 1976; Manual for the culture..., 1986; Соловов и др., 1990; Литвиненко и др., 2009). Полученные результаты исследования донных грунтов гипергалинных водоемов, доказывают невозможность выклева на дне (анаэробная среда, солевые отложения, отсутствие освещенности на глубинах более 3 м). Таким образом, необходимым условием развития является всплытие донных цист в толщу воды. Предполагается, что при весеннем перемешивании, вызванным неравномерным прогреванием воды, а также волновой активностью, в мелководных водоемах происходит подъем цист со дна. Таким образом, при расчете общего и промыслового запасов артемии (на стадии цист) в мелководных озерах в расчет принимается вся площадь озера (Методические рекомендации..., 2019). Из рассматриваемых модельных водоемов к таким озерам относится Большое Шкло с площадью 3,3 км<sup>2</sup>.

Озеро Кучукское – самосадочный водоем со значительными донными отложениями мирабилита и галита (Веснина и др., 2011; 2019). Исследования грунта и донных отложений в озере Кучукское в 2019–2020 гг. показали цикличность в образовании солевых отложений, которые не растворяются в течение вегетационного периода и препятствуют всплытию цист артемии в весенний период. При расчете общего и промыслового запасов артемии (на стадии цист) целесообразно исключить часть дна, покрытую солью в течение всего года. Согласно исследованиям, доступная для всплытия часть дна составляла 129 из 181,0 км<sup>2</sup>.

Для относительно глубоководного озера Малое Яровое для расчета биомассы донных цист принята доступная для всплытия (мелководная) часть акватории. Процессы и условия поднятия (всплытия) цист артемии со дна, а также объем всплывающих цист в зависимости от типа грунта не изучены. Целесообразным и предосторожным будет подход, исключающий глубоководную часть озера с глубинами более 2,5 м. Глубоководную часть возможно оценить с помощью спутниковой карты, ориентируясь по глубинам на станциях наблюдения. Доступная площадь дна в озере Малое Яровое составляет 23,1 км<sup>2</sup>.

Биомассу донных цист в озерах Кучукское и Большое Шкло определяли с учетом их выживаемости 8%. На дне водоема цисты накапливаются в течение нескольких лет и создают значительные объемы, превосходящие запасы цист в толще воды. Исследования жизнеспособности донных цист специалистами Тюменского (Литвиненко и др., 2009) и Алтайского филиалов ФГБНУ «ВНИРО» показали, что их выклев колеблется от 0 до 57,5 %, в среднем 11 % ( $C_v = 52$  %). Усеченное среднее значение составляет 8 % ( $C_v = 33$  %). Для озера Малое Яровое коэффициент не учитывался, так как в мелководной части озера грунты представлены песками, легко аэрируемыми и без иловых отложений.

Цисты артемии присутствовали в пробах грунта, за исключением солевых отложений, в течение всего периода исследований. Для расчетов были приняты наиболее поздние (летне-осенние) показатели численности, в период отсутствия естественного прироста цист в биоте,



то есть после завершения жизнедеятельности рачков артемии. В озерах Кучукское и Большое Шкло расчетный период пришелся на август, в озере Малое Яровое – на сентябрь (Таблица 2).

**Таблица 2.** Расчет общего запаса артемии (на стадии цист) на дне водоемов Алтайского края, 2020 г.

Показатель	Озеро		
	Кучукское	Малое Яровое	Большое Шкло
Площадь, км <sup>2</sup>	181,0	35,2	3,3
Средняя по озеру численность донных цист, тыс. экз./м <sup>2</sup>	2815,3±2530,7	20370,7±8780,2	1226,0±219,6
Общий запас донных цист, т	5095,7	7170,5	40,5
Доступная для всплытия площадь дна, км <sup>2</sup>	129,0	23,1	3,3
Численность донных цист на доступной площади дна, тыс. экз./м <sup>2</sup>	803,4±485,0	352,1±240,5	1226,0±219,6
Доступный для всплытия запас донных цист артемии с учетом их жизнеспособности, т	83,0	81,3	3,2
Разница в объемах, %	98	99	92

Расчеты показывают, что биомасса донных цист в водоемах значительная, однако не весь объем доступен для всплытия. Использование для расчета промыслового запаса артемии (на стадии цист) всей площади дна водоемов, без учета глубин и типов грунтов, может привести к значительному завышению величины рекомендованного вылова, что впоследствии может негативно сказаться на состоянии сырьевой базы артемии гипергалинных водоемов Алтайского края.

#### Список литературы

Веснина Л.В., Лукерина Г.В., Ронжина Т.О. 2019. Численные и продукционные изменения популяции рачка *Artemia Leach*, 1819 в гипергалинном озере Кучукское Алтайского края в условиях трансгрессивной фазы водности. Вестник Камчатского гос-ого техн. ун-та № 49: 36–43. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49-36-42.

Веснина Л.В., Пермякова Г.В. 2011. Влияние техногенного фактора на биоту озера Кучукское (Алтайский край). Экол. проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. СПб.: ООО «Типография Феникс», 72–75.

Воронов П.М. 1976. Активация яиц *Artemia salina*. Зоол. журн. Т. LV, вып. 4., 521–525.

Гиляров А.М. 1990. Популяционная экология: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 191 с.

Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко Е.Г. 2009. Артемия в озерах Западной Сибири. Новосибирск, 304 с.

Методики изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 240 с.

Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендуемого объема добычи (вылова) артемии. 2019. Литвиненко Л.И., Бизиков В.А., Ковачева Н.П., Саенко Е.М., Веснина Л.В., Куцанов К.В., Семик А.М., Паршин-Чудин А.В. М.: Изд-во ВНИРО, 50 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. 1983. Л.: ГосНИОРХ, 51 с.

Соловов В.П., Студеникина Т.Л. 1990. Рачок артемия в озерах Западной Сибири: морфология, экология, перспективы хозяйственного использования. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 81 с.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron* 4: 9 p.

Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture. 1986. Eds. P. Sorgeloos, P. Lavens, Ph. Leger et al. Belgium: Ghent universiteit, 319 p.

## Паразитологическое исследование некоторых видов рыб бассейна Москвы-реки

А.В. Миронов<sup>1</sup>, В.Д. Волосовец<sup>1</sup>, Д.О. Жулидов<sup>1</sup>, Е.А. Ткаченко<sup>1</sup>, И.И. Гордеев<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: [gordeev\\_ilya@bk.ru](mailto:gordeev_ilya@bk.ru)

**Аннотация.** В рамках студенческой самостоятельной работы проведен паразитологический анализ пяти видов рыб - уклейки, леща, плотвы, окуня и голавля. Рыбы были выловлены в Москва-реке в районе г. Звенигород, в пруду близ поселка Николина Гора и в Истринском водохранилище. Всего найдено десять видов паразитов, из которых по показателям экстенсивности и интенсивности инвазии преобладали метацеркарии рода *Diplostomum*. Проведенные исследования показали как низкий уровень зараженности рыб, по сравнению с другими годами, так и присутствие только наиболее массовых и обычных для Московской области пресноводных паразитов.

**Ключевые слова:** гельминты, зараженность, Московская область, паразиты рыб

Река Москва – одна из главных водных артерий Московской области, а её русло и многочисленные притоки являются крупной экосистемой, включающей множество биологических сообществ. Для ихтиоценоза Москвы-реки характерно наличие, как реофилов, так и лимнофилов, а всего встречается 40 видов рыб, большинство из которых относятся к отряду Сугриниформес (Соколов и др., 2002). Река протекает по территории с высокой плотностью населения и большим количеством агро- и промышленных предприятий, а связи с чем подвергается значительному антропогенному воздействию разной природы. В бассейне находится большое количество водопользователей, которые не только используют реку как источник воды, но и привносят в нее различные загрязнения: стоки с полей, содержащие минеральные удобрения и алахтонную органику, сброс канализационных вод, бытовой и промышленный мусор, а также тепловое загрязнение. Экосистема Москвы-реки помимо фонового и острого воздействия токсикантов и загрязнителей испытывает нагрузку любительского, спортивного и браконьерского рыболовства. Также к антропогенному воздействию можно отнести эксплуатацию реки водным транспортом. Шум мотора пугает и дезориентирует рыб и других гидробионтов, что сказывается на их выживаемости, а струя за судном не только нарушает естественную стратификацию воды, но и поднимает со дна взвесь и отложения тяжелых металлов.

**Материалы и методы.** Сбор ихтиологического материала производился в Москве-реке близ деревни Гигирево (55°41'36"с.ш., 36°40'46"в.д.), в пруду близ поселка Николина гора (55°45'4"с.ш., 37°2'25"в.д.) и в Истринском водохранилище (56°4'10"с.ш., 36°53'30"в.д.). Вылов рыб в Москва-реке производился 20 июля 2021 г. при помощи закидного невода с длиной сетной части 12 м, высотой 2 м, ячеей дели 10 мм и ячеей пута 5 мм. Невод был снабжен стабилизирующей конструкцией в виде поплавков из пенопласта с положительной плавучестью и грузами с отрицательной плавучестью. Всего было поймано 13 особей уклейки *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) и 22 особи плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758). Вылов в пруду близ поселка Николина гора производился 18 и 21 июля 2021 г. Всего было поймано пять особей плотвы и восемь окуней *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758. Лов рыбы на Истринском водохранилище производился 20 июля 2021 г. при помощи сачка и моторной лодки - поймано четыре леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). Весь живой материал был доставлен в лабораторию на Звенигородской биологической станции им. М.В. Скадовского Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В.

Ломоносова (ЗБС МГУ) (Гаврилов В.М., 2011) для дальнейшего вскрытия. Дополнительно были вскрыты окуни, выловленные в Москве-реке в районе ЗБС МГУ летом 2019 года и хранившиеся в замороженном виде (13 особей). Всего было изучено 54 особи 5 видов (Таблица 1). Все особи были промерены в соответствии с общепринятой методикой (Правдин, 1996).

**Таблица 1.** Биологические характеристики изученных видов рыб

Вид	n	Масса тела (г).	Масса порки (г)	Промысловая длина (см)	Длина по Смитту (см)	Тотальная длина (см)
<i>Alburnus alburnus</i>	13	13,72±3,8	10,06±3,8	11,5±3,19	11,45±3,18	12,6±3,49
<i>Abramis brama</i>	4	94,88±47,44	80,4±40,2	16,58±8,29	18,35±9,18	19,56±9,78
<i>Rutilus rutilus</i>	27	57,62±11,09	47,34±9,11	12,92±2,49	14,26±2,74	15,93±3,07
<i>Perca fluviatilis</i>	9	19,39±6,46	17,07±5,69	11,18±3,73	12,26±4,09	12,87±4,29
<i>Squalius cephalus</i>	1	47,9	45,1	14,7	15,9	17,3

Изучение многоклеточных паразитов производилось по общепринятой методике путем полного паразитологического вскрытия (Быховская-Павловская, 1985; Klimpel et al., 2019). Найденные гельминты фиксировались в 70% и 96% этаноле (трематоды, цестоды, копеподы), а также в 4% формалине (нематоды) и хранились в эппендорфах емкостью 2 мл. В дальнейшем нематоды были просветлены в глицерине и исследовались на временных препаратах, а трематоды были окрашены уксуснокислым кармином, контрастированы в подкисленном 70% этаноле и помещены на хранение в 70% этанол. Микроскопическое изучение производилось с применением бинокля «Микромед MC2 Zoom 2CR» и микроскопа «Minimed 501» с объективами 4x и 10x с камерой 34MP HDMI Microscope Camera (Наyear, Amszoom Ykins Tech China) Quick Review. Определение паразитов производилось по работам Бауера (1985; 1987). Паразитологические индексы вычислены по Bush et al. (1997). Вычисление статистических индексов производилось в программе MS Excel (2010).

Результаты. Всего было найдено 10 видов паразитов (Табл. 2). По показателям экстенсивности и интенсивности инвазии преобладали метацеркарии рода *Diplostomum*, а такие виды как *Unio* sp., *Bunodera lucioperca*, *Ergasilus sieboldi* встречались только в единичных экземплярах. Отмечена слабая положительная корреляция между максимальной интенсивностью заражения метацеркариями *Diplostomum* и тотальной длиной хозяев, однако она не является достоверной ( $p > 0.05$ ).

**Таблица 2.** Зараженность паразитами исследованных видов рыб

Хозяин (n)	Паразит	Экстенсивность (%)	Пределы интенсивности (средняя интенсивность)	Локализация
<i>Alburnus alburnus</i> (13)	<i>Diplostomum</i> spp.	38,46	1-2 (1,8)	глаз (хрусталик)
	Nematoda gen. sp.	7,69	1 (1,00)	кишечник
	<i>Bunodera lucioperca</i>	7,69	2 (2,00)	жабры
	<i>Unio</i> sp.	7,69	1 (1,00)	жабры
<i>Abramis brama</i> (4)	<i>Diplostomum</i> spp.	75	15-32 (25,67)	глаз (хрусталик)
	<i>Ergasilus sieboldi</i>	25	1 (1,00)	жабры
	<i>Ligula intestinalis</i>	100	1 (1,00)	полость тела
<i>Rutilus rutilus</i> (27)	<i>Diplostomum</i> spp.	80,77	1-40 (6,48)	жабры
	<i>Argulus foliaceus</i>	3,85	1 (1,00)	поверхность

				тела
<i>Perca fluviatilis</i> (9)	<i>Nematoda gen. sp.</i>	11,11	1 (1,00)	кишечник
	<i>Argulus foliaceus</i>	11,11	1 (1,00)	поверхность тела
<i>Squalius cephalus</i> (1)	<i>Diplostomum spp.</i>	100	5 (5,00)	глаз (хрусталик)

Заключение. В ходе исследования было обнаружено 10 видов паразитов. Среди них преобладают трематоды рода *Diplostomum*, которые были отмечены в хрусталиках глаз четырех из пяти исследованных видов рыб. При этом *Diplostomum* не был обнаружен у рыб, выловленных в пруду близ поселка Николина гора. Этот водоем является эвтрофным и заболоченным. Поэтому там реже встречаются промежуточные (моллюски) и окончательные (птицы-ихтиофаги) хозяева гельминта. Общий уровень инвазии в 2021 году намного ниже, чем в 2019 году (Кулешова и др., 2019), как по показателям интенсивности – экстенсивности инвазии, так и по видовому разнообразию паразитов.

### Список литературы

- Бауер О.Н. (ред.). 1985. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 2. Паразитические многоклеточные (Первая часть). Наука, Ленинград, 425 с.
- Бауер О.Н. (ред.). 1987. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Наука, Ленинград, 583 с.
- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Наука, Ленинград, 124 с.
- Гаврилов В.М. (ред.) 2011. Руководство по летней учебной практике студентов-биологов на Звенигородской биостанции им. С.Н. Скадовского. 2-е издание. М.: Изд-во Московского университета, 430 с.
- Кулешова Ю.Д., Логвиненко А.Д., Травникова Д.Ю., Ивлева А.Д., Гордеев И.И. 2019. Зараженность паразитами некоторых видов рыб Истринского водохранилища // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы VII научно-практической конференции молодых ученых с международным участием / Под ред.: И.И. Гордеева, К.А. Жуковой, К.К. Киввы, А.М. Сытова, Д.М. Палатова. — М.: Изд-во ВНИРО, с. 212–215.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с.
- Соколов Л.И., Цепкин. Е.А., Павлов С.Д., 2002. Систематика и экология рыб бассейна Москвы-реки. М.
- Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M., Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. J. Parasitol. 83 (4): 575–583.
- Klimpel S., Kuhn T., Münster J., Dörge D.D., Klapper R. and Kochmann J. 2019. Parasites of marine fish and cephalopods. Springer International Publishing, New York. DOI: 10.1007/978-3-030-16220-7

## Характеристика показателей роста леща *Abramis brama* центральной части Куйбышевского водохранилища

К.В. Майданов<sup>1</sup>, Ю.А. Северов<sup>1</sup>, Р.Р. Сайфуллин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Татарский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ТатарстанНИРО»), г. Казань

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО "Казанский (Приволжский) федеральный университет", г. Казань

E-mail: [maydanovk@mail.ru](mailto:maydanovk@mail.ru)

**Аннотация.** Определены основные показатели, характеризующие линейный рост леща в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища. Показано, что в 2020 г более высокие показатели роста наблюдались в младших возрастных группах до 7 лет включительно. Начиная с 8-летнего возраста, наступило замедление линейного роста и постепенное снижение ежегодного прироста до 1,0-1,9 см. Проведен сравнительный анализ темпов роста у самцов и самок исследуемого вида. Различий между средними значениями размеров тела в одновозрастных группах не выявлено. Быстрый рост у самцов наблюдался до 7 лет, у самок – до 8 лет.

**Ключевые слова:** лещ, показатели роста, Куйбышевское водохранилище.

Лещ *Abramis brama* – представитель понто-каспийского пресноводного фаунистического комплекса. Это теплолюбивый широко распространенный вид. В Волжско-Камском крае встречается в водохранилищах и во всех крупных притоках Волги и Камы.

На протяжении всего периода эксплуатации Куйбышевского водохранилища лещ в уловах занимал ведущее место. Вследствие этого он всегда привлекал большое внимание исследователей (Лукин, 1960; Кузнецов, 1969; Цыплаков, 1972; Кудерский и др., 1988).

По особенностям линейно-весового роста леща в Куйбышевском водохранилище имеется достаточно многочисленная литература. Исследователями отмечено ускорение линейно-весового роста после создания водохранилищ, в связи с улучшением кормовой базы (Лукин, 1960). Установлена периодичность роста леща, в связи с численностью отдельных поколений и колебанием продуктивности водоема (Цыплаков, 1972).

Материалы и методы. Ихтиологический материал для данной работы был собран в весенне-летний период 2020 г в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища с использованием ставных сетей ячеей 30-80 мм. Камеральная обработка проводилась согласно общепринятым методическим рекомендациям (Правдин, 1966). Возраст определяли по чешуе и спилам лучей спинного плавника (Чугунова, 1959).

Абсолютный годовой прирост определяли по формуле (1):

$$\frac{L_n - L_o}{t_n - t_o}, \quad (1)$$

где  $L_n$  – размер рыбы в конечный момент времени  $t_n$ ;

$L_o$  – размер рыбы в начальный момент времени  $t_o$ .

Относительный прирост рассчитывали по формуле (2):

$$\frac{L_n - L_o}{0,5(L_n + L_o)} * 100\%, \quad (2)$$

где  $L_n$  – размер рыбы в конечный момент времени;

$L_o$  – размер рыбы в начальный момент времени.

Удельную скорость роста вычислили по формуле Шмальгаузена и Броди (3), имеющей следующий вид:

$$C = \frac{(\lg L_n - \lg L_o)}{0,4343(t_n - t_o)}, \quad (3)$$

где  $L_n$  – размер рыбы в конечный момент времени  $t_n$ ;

$L_o$  – размер рыбы в начальный момент времени  $t_o$ .

Статистическая обработка была проведена с использованием программных обеспечений Microsoft Office Excel 2013 и STATISTICA Advanced v13.3 по руководству Сиделева (2012).

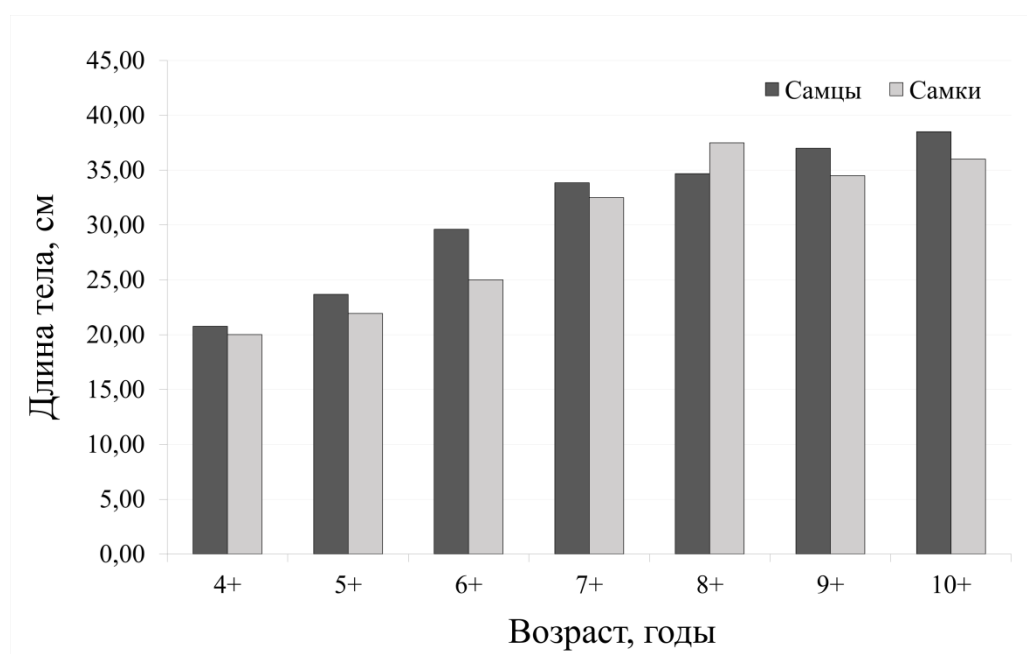
**Результаты и их обсуждение.** Всего исследовано 158 экземпляров леща (в т.ч. самцы – 80 экз., самки – 48 экз. и 30 незрелых особей), который был представлен особями с длиной тела от 15,0 до 53,0 см и возрастом – от 3 до 15 лет.

Вычисленные величины показателей роста позволили выделить 2 этапа, характеризующих линейный рост леща. На первом этапе наблюдался быстрый рост у особей от 5 до 7 лет. Величина абсолютного годового прироста составила на пятом году жизни 2,8 см, на шестом – 5,7 см, на седьмом – 6,0 см (табл.). На втором этапе, начиная с 8+ лет, наступило замедление линейного роста до 1,0-1,9 см в год (табл.).

В результате сравнительного анализа размеров тела в одновозрастных группах самцов и самок леща значимых отличий по критерию Стьюдента не выявлено ( $t=0,4$ , при  $p \leq 0,05$ ) (рис. 1). Снижение линейного роста и ежегодного прироста у самцов наблюдается с 7 лет с длиной тела  $33,85 \pm 0,4$  см, у самок – с 8 лет с длиной тела  $37,5 \pm 1,5$  см.

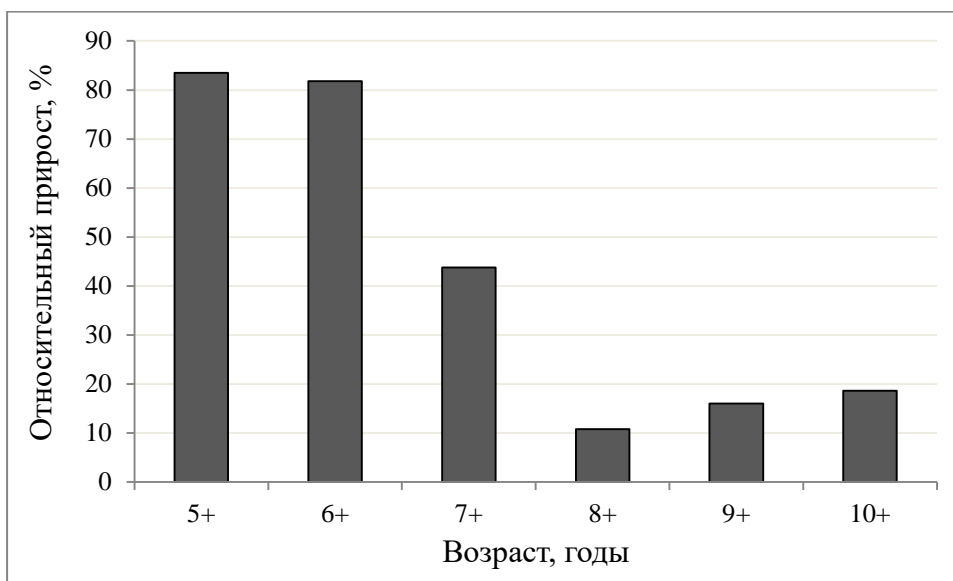
**Таблица.** Показатели линейного роста леща (Мешинский залив, 2020 г)

Возраст, лет	Длина $M \pm m$ , см	Абсол. прирост, см	Относит. прирост, %	Удел. скорость роста
4	19,0±0,3	-	-	-
5	21,8±0,5	2,8	13,5	0,1350
6	27,5±1,1	5,7	23,3	0,2342
7	33,5±0,5	6,0	19,6	0,1968
8	34,9±0,6	1,5	4,3	0,0426
9	35,9±0,7	1,0	2,7	0,0269
10	37,9±0,9	1,9	5,3	0,0528
n, экз.				158



**Рис. 1.** Средняя длина тела самок и самцов леща в зависимости от возраста (Мешинский залив, 2020 г)

В отношении весового роста на пятый и шестой годы жизни леща наблюдались довольно высокие приросты. Ежегодный прирост массы начал замедляться к 7 годам и, начиная с 8 лет, не превышая 20%, приросты снова имели тенденцию к небольшому увеличению (рис. 2).



**Рис. 2.** Относительный прирост массы леща (Мешинский залив, 2020 г)

По литературным данным в первые годы функционирования Куйбышевского водохранилища самцы леща созревали в возрасте 5-6 лет, самки – в 6-летнем возрасте (Цыплаков, 1972; Кузнецов, 1973). Нестабильность экологической обстановки привела к тому, что с середины 80-х годов массовое половое созревание, особенно у самок, стало наступать к 10 лет (Кузнецов, 2005).

Исходя из результатов наших исследований, можно отметить, что все анализируемые показатели роста указывают, что массовое созревание стада леща начинается с 8 летнего возраста, вследствие чего наступает снижение ежегодных приростов длины и массы тела. Такая динамика роста длины тела характерна для многих рыб (Никольский, 1965), что и проявляется у леща Куйбышевского водохранилища.

### Список литературы

- Бражник Ю.С., Стрельников А.С., Пшеничный К.В. 2008. Изменение показателей линейно-весового роста леща *Abramis brama* Рыбинского водохранилища в зависимости от условий существования популяции. Вопросы рыболовства 35 (3): 595-607.
- Кудерский Л.А., Хузеева Л.М., Гончаренко К.С. 1988. Структура популяции леща Куйбышевского водохранилища. Сб. науч. тр. ГосНИОРХ 280: 55-67.
- Кузнецов В.А. 1969. Лещ Свияжского залива. Рыбы Свияжского залива Куйбышевского водохранилища и их кормовые ресурсы. Ч. 2. Рыбы. Казань: Изд-во Казан. ун-та: 34-36.
- Кузнецов В.А. 1973. Плодовитость леща *Abramis brama* (L.) и качество его икры. Вопросы ихтиологии 5 (82): 805–815.
- Кузнецов В.А. 2005. Рыбы Волжско-Камского края. Казань: 208.
- Лукин А.В. 1960. Состояние запасов и темп роста леща в Куйбышевском водохранилище. Тр. Татар. отд. ГосНИОРХ. 9: 253-269.
- Никольский Г.В. 1965. Теория динамики стада рыб. М.: Наука, 382.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. Под ред. П.А. Дрягина. – М.: Пищевая промышленность: 376.
- Цыплаков Э.П. 1972. Лещ. Тр. Татар. отд. ГосНИОРХ 12: 68-114.



Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР: 164.

Шмальгаузен И.И. 1935. Определение основных понятий и методика исследования роста. М.: Биометгиз: 8-60.

Brody S. 1927. 3. Growth rates, their evaluations and significance. Bull. 97: 192-210.

## Летний фитопланктон реки Северная Двина

*Е.В. Медведева, И.Ю. Македонская*

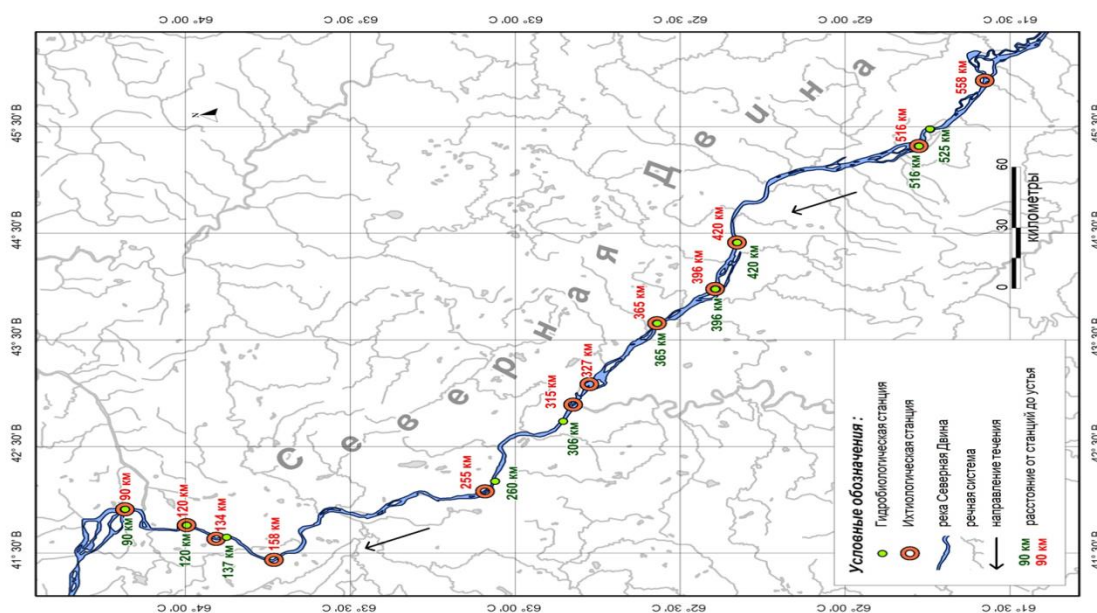
Отдел Северный Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО», г. Архангельск  
E-mail: [medvedeva23@pinro.ru](mailto:medvedeva23@pinro.ru)

**Аннотация.** В данной работе проанализировано таксономическое разнообразие фитопланктона р. Северная Двина. Проведен качественный и количественный анализ альгоценоза поверхностного слоя русла реки в летний период 2016-2017 и 2020 гг. Целью исследования является характеристика фитопланктонного сообщества и оценка качества вод реки Северная Двина по гидробиологическим показателям.

**Ключевые слова:** Северная Двина, фитопланктон, загрязнённость, качество вод

Река Северная Двина - один из важнейших водных путей на севере России. Имеет протяженность 744 километра и представляет собой типичную равнинную реку. Река Северная Двина всегда играла важную роль в хозяйственном использовании для населенных пунктов Архангельской области на ее побережьях. По данным А.П. Новоселова и И.И. Студенова (2014), а также ФГБУ «Северное УГМС» (2013) на качество поверхностных вод дельты реки негативное влияние оказывают в основном сточные воды предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, а также льяльные воды судов речного флота, гидромеханизированные работы. Разнообразие видового состава, численность и биомасса фитопланктона напрямую зависят от условий среды. При ухудшении качества вод прослеживаются изменения в видовом сообществе фитопланктона. Таким образом, фитопланктон может выступать одним из надежных индикаторов состояния пресноводных экосистем.

Исследования проводились в августе 2016-2017 и 2020 гг. Всего было отобрано и обработано 23 пробы фитопланктона на качественный и количественный состав.



**Рисунок 1.** Карта-схема расположения точек отбора проб в русле р. Северная Двина

Сбор и обработка материала проводились в соответствии с Руководством под редакцией В.А. Абакумова (1992). Расчет биомассы проводили с помощью таблиц размеров

и весов (масс) фитопланктона по таксономическому каталогу Т.М. Михеевой (1999). Степень загрязненности водной среды оценивали с помощью вычисления индекса сапробности S по методу Пантле–Букка в модификации Сладечека в соответствии Унифицированными методами исследования качества вод (1977). Используя методику ряда авторов (Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003), были рассчитаны индексы: для оценки структуры и выравненности сообщества – информационный индекс Шеннона, для определения видового богатства – индекс Маргалефа на основе численности всех обнаруженных в исследованных озёрах видов микроводорослей. Для сравнения состава фитопланктона по годам использовались индексы Съёренсена – Чекановского и Жаккара (Шмидт, 1980).

В водах р. Северной Двины в августе 2019-2017 и 2020 гг. всего выявили 227 таксонов фитопланктона, относящихся к 8 систематическим группам в соответствии с WoRMS. По количеству видов наиболее полно были представлены диатомовые, зеленые и синезелёные водоросли, доля которых в общем списке составляла 45, 39 и 8 % соответственно. Распределение видов фитопланктона по группам и годам представлено в табл.1.

**Таблица 1.** Распределение видов фитопланктона поверхностного горизонта р. Северная Двина по классам в августе 2016 -2017 и 2020 гг.

№ п/п	Классы	Количество видов			
		8 - 28 августа 2016 г.	8 - 22 августа 2017 г.	19 – 29 августа 2020 г	Всего
1	Bacillariophyceae	56	88	49	101
2	Chlorophyceae	58	50	35	89
3	Суанophyceae	15	10	6	18
4	Dinophyceae	8	-	-	8
5	Chrysophyceae	2	1	1	1
6	Cryptophyceae	-	1	-	1
7	Euglenoidea	2	1	1	4
8	Xanthophyceae	2	5	1	5
	Всего:	143	156	93	227

Сравнение видового состава фитопланктонного сообщества между годами исследований проведено с помощью индекса Жаккара (Kj) и индекса Съёренсена – Чекановского (Ks/ch). В соответствии с таблицей 2, наименьшее сходство видовых составов фитопланктона было между 2016 и 2020 гг. Наибольшее сходство фитоценозов отмечено между 2017 и 2020 гг.

**Таблица 2.** Индексы сходства фитопланктонного сообщества р. Северная Двина в августе 2016-2017 и 2020 гг.

Годы	Индекс сходства Kj	Индекс сходства Ks/ch
2016 / 2017	0,44	0,38
2016 / 2020	0,36	0,34
2017 / 2020	0,51	0,40

Значения численности и биомассы фитопланктона в р. Северная Двина изменялись в большом интервале и имели тенденцию к значительному снижению в 2020 г. (табл.2).

**Таблица 3.** Количественные характеристики фитопланктона р. С. Двина в августе 2016-2020 гг.

Дата	Численность, млн. кл./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Количество видов в пробе, шт.
август 2016 г.	<u>211,12-1134,24</u> 788,01	<u>357,21-1729,32</u> 1259,16	<u>61-82</u> 72
август 2017 г.	<u>165,92-574,88</u> 281,54	<u>268,10-991,71</u> 435,58	<u>57-67</u> 62
август 2020 г.	<u>19,44-46,68</u> 32,92	<u>33,34-140,21</u> 75,35	<u>22-36</u> 29

\*данные в числителе – интервал значений; данные в знаменателе – среднее значение

Индекс сапробности фитопланктона варьировал в диапазоне от 1,65 (2020 г.) и до 1,70 (2016 г.) (табл.3). В соответствии с Руководством под редакцией В.А. Абакумова (1992) сапробиологическое состояние вод исследованной территории соответствовало олиго-β-мезосапробной зоне (индекс сапробности 1,5-2,5) или III классу качества вод с умеренным содержанием органических веществ (умеренно загрязнённые)

Средние значения индексов разнообразия Шеннона-Уивера по численности фитопланктона колебались в пределах от 2,28 (2020 г.) и до 3,94 (2017 г.) (табл. 3). Низкие значения индексов Шеннона в 2020 г. указывают на довольно простое устройство фитопланктонного сообщества р. Северная Двина, а в 2016 г. - довольно высокие значения данного индекса предполагает сложность структуры сообщества фитопланктона выше среднего.

**Таблица 3.** Значения индекса сапробности по В. Сладечку (S), индекса видового богатства Маргалефа (Mg), индекса видового разнообразия Шеннона-Уивера по численности (H<sub>1</sub>) и биомассе (H<sub>2</sub>) фитопланктона в р. Северная Двина в августе 2016 - 2017 и 2020 гг.

Годы	S	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	Mg
2016	1,70	3,94	3,68	3,48
2017	1,67	3,84	3,52	3,04
2020	1,65	3,28	2,85	1,64

Средние значения индекса Маргалефа изменялись от 1,64 в 2020 г. и до 3,48 в 2016 г., что свидетельствует о самом большом видовом богатстве фитопланктона в 2016 г. (табл. 3).

По результатам анализа структуры таксономического состава фитопланктона дельты р. Северная Двина за 2016-2017 и 2020 гг., было зарегистрировано 227 таксонов водорослей, рангом ниже рода из 8 отделов. Из полученных данных следует, что фитопланктонное сообщество дельты реки состоит преимущественно из диатомовых и зелёных микроводорослей. Средние значения индексов сходства Жаккара и Серенсена – Чекановского свидетельствуют о постоянстве основного комплекса микроводорослей с изменением второстепенных видов. Наиболее же сложная структура фитопланктона по значениям индекса Шеннона, наблюдалась в 2016 г., что так же подтверждается наибольшим значением индекса Маргалефа, свидетельствующим о самом большом видовом богатстве фитопланктона в русле р. Северная Двина в 2016 г. Сапробиологическое состояние вод русла реки соответствовало олиго-β-мезосапробной зоне (умеренно загрязнённые), что указывает на относительно благополучное ее состояние. Полученные материалы о структуре фитопланктона русла р. Северная Двина могут послужить основой биомониторинга речной экосистемы Архангельской области.

### Список литературы

Михеева Т.М. 1999. Альгофлора Беларуси: таксономический каталог. Минск, с. 304–343.

Новоселов А.П., Студенов И.И. 2014. Факторы техногенного воздействия на бассейн реки Северная Двина. Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. Науки 2: 32–40.

Обзор загрязнения окружающей среды на территории деятельности ФГБУ «Северное УГМС» за 2013 год. Архангельск, 2014. 236 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб. 1992. 318 с.

Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Прил. 1. Индикаторы сапробности. М., 1977. 91 с.;

Шитиков В.К. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.]. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике / В. М. Шмидт – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.].

World Register of Marine Species (WoRMS). Accessible via: <http://www.marinespecies.org> 30.08.2021.

## О генетической дифференциации сига *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758) в природных популяциях Северо-Запада европейской части России

Д.К. Митрюшкина, М.Н. Киселева, Т.А. Филатова

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»), г. Санкт-Петербург

E-mail: [Dianaa.5@yandex.ru](mailto:Dianaa.5@yandex.ru), [marina.marinakisel@yandex.ru](mailto:marina.marinakisel@yandex.ru)

**Аннотация.** Проведена ревизия генетических ресурсов сига в 4-х географически отдаленных популяциях. Установлено наличие 11 митотипов сига на территории региона. Выявлено, что наибольшее разнообразие сигов характерно для Ладожского озера. Показано, что Кольский полуостров - территория распространения уникальных линий сига.

**Ключевые слова:** ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота, ПЦР – полимеразная цепная реакция, ПДРФ – полиморфизм длин рестрикционных фрагментов, Митотип - обозначение материнской линии особи по маркеру митохондриальной ДНК

Анализ генетических характеристик природных популяций сиговых рыб европейской части России имеет важное рыбохозяйственное значение. Данные о современном состоянии уровня генетической изменчивости и природного разнообразия сиговых рыб необходимо учитывать при разработке и совершенствовании системы управления запасами и эффективного использования ресурсов этих видов рыб в Европейской части России, в частности, при подборе потенциальных донорских популяций для компенсационных выпусков молоди в водоемы региона.

Чтобы исключить изменение генетической структуры природной популяции, выпущенная молодь по своим генетическим параметрам должна соответствовать особям из данной природной локальности.

Литературные данные свидетельствуют о высоком уровне полиморфизма в последовательности гена ND1 (≈1000 пар нуклеотидов) сигов (Østbye et al., 2005(a); Балдина и др. 2008; Vochkarev et al., 2011; Vochkarev et al., 2013).

Материалом для получения генетических характеристик ДНК-проб послужили 98 образцов ДНК из четырех природных популяций сига. Места и сроки сбора материала представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Пробы *Coregonus lavaretus*, использованные в исследовании

№	Место сбора	Сроки сбора	Количество проб
1	Южная часть Финского залива	август 2020	29
2	Юго-западная часть Ладожского озера	август 2020	30
3	Южная часть Онежского озера	сентябрь 2020	22
4	Кольский полуостров	сентябрь 2020	18

Выделение и очистка тотальной ДНК проведены солевым методом (Aljanabi, Martinez, 1997). Участок мтДНК ND1/ND2, кодирующий первую и вторую субъединицы фермента NADH-дегидрогеназы, амплифицирован с использованием праймеров, разработанных в лаборатории генетики ГосНИОРХ. Размер ПЦР-продукта составил 2295 пар нуклеотидов. Для рестрикции были использованы 4 фермента: *AluI*, *ApaI*, аналог *AvaII* - *Bme18I*, аналог *MboI* – *Kzo9I*. В качестве молекулярного маркера длины нуклеотидного фрагмента использовали маркер молекулярных длин (Сибэнзим, 100 п.о.)

Для ПЦР-ПДРФ анализа предварительно был проведен поиск маркеров, выявляющих различия в гомологичных участках митохондриального генома сига из разных локальностей, представленных в GenBank.

Для выявления полиморфизма в структуре нуклеотидной последовательности разных митотипов сига из GenBank, используя интернет-ресурс NEBcutter2, были подобраны несколько рестрицирующих эндонуклеаз.

Использование в качестве объекта исследования нуклеотидной последовательности большего размера, например, ND1/ND2, существенно повышает разрешающую способность ПЦР-ПДРФ анализа за счет увеличения количества полиморфных сайтов. В качестве маркеров внутривидовой изменчивости сигов были выбраны полиморфные сайты рестрикции участка ND1/ND2 (ок. 2300 п.н.) ферментами *AluI*, *ApaI*, *Bme18I*, *Kzo9I*. Данный набор ферментов выявил 11 полиморфных сайтов из 38, найденных при сравнении полной нуклеотидной последовательности ND1/ND2 сигов из GenBank.

По вариациям в полиморфных сайтах рестрикции в ND1/ND2 известных нуклеотидных последовательностей митогеномов сигов в GenBank были смоделированы комплексные гаплотипы мтДНК (митотипы).

Электрофоретические данные о продуктах рестрикции четырьмя различными рестриктазами показали наличие полиморфизма в структуре ND1/ND2 у сигов всех исследованных популяций.

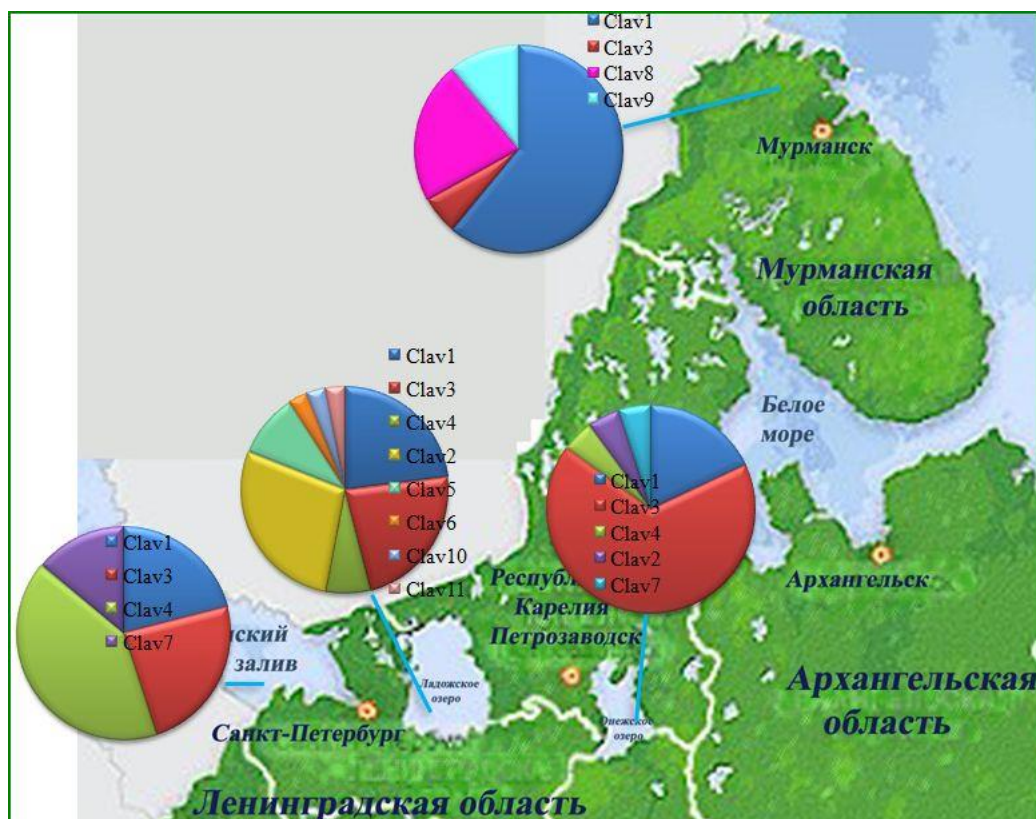
**Таблица 2.** Митотипы (комплексные гаплотипы мтДНК) сига из популяций: Юг Финского залива, Ладожское озеро, Онежское озеро, Кольский п-ов.

№	название митотипа	Частота митотипа в популяции			
		Юг Финского залива	Ладожское оз.	Онежское оз.	Кольский п-ов
1	<i>Clav1</i>	21%	23%	18%	61%
2	<i>Clav2</i>	-	28%	5%	-
3	<i>Clav3</i>	24%	23%	67%	6%
4	<i>Clav4</i>	41%	7%	5%	-
5	<i>Clav5</i>	-	10%	-	-
6	<i>Clav6</i>	-	3%	-	-
7	<i>Clav7</i>	14%	-	5%	-
8	<i>Clav8</i>	-	-	-	22%
9	<i>Clav9</i>	-	-	-	11%
10	<i>Clav10</i>	-	3%	-	-
11	<i>Clav11</i>	-	3%	-	-

Полученные результаты характеризуют современное состояние генетических ресурсов этого промыслового вида и отражают распространение митотипов сига на территории региона по небольшому числу и полноте выборок. Поэтому для проведения генетического мониторинга необходимо расширение панели маркеров, увеличение количества и объема выборок, в результате чего генетический полиморфизм сига на территории региона будет представлен более детально. Доли митотипов *Clav1* и *Clav3* в популяциях Финского залива и Ладожского озера примерно совпадают, это объяснимо тем, что являясь истоком реки Невы Ладожское озеро через нее сообщается с Финским заливом. При этом митотип *Clav4* является преобладающим в выборке Финского залива, тогда как в озерных выборках его доля незначительна (5-7%). Важно отметить, 30% исследованной



популяции Кольского полуострова характеризуется уникальными гаплотипами *Clav8* и *Clav9*.



**Рис. 1.** Распределение частот митотипов в природных популяциях сига Кольского п-ова, Финского залива, Ладожского и Онежского озер.

Полученные генетические характеристики проб сига из четырех диких популяций Северо-Западного региона России указывают на присутствие не менее 11 материнских линий вида. Мониторинг этих линий в искусственных и природных популяциях сигов будет способствовать сохранению их биологического разнообразия как средство оценки эффективности мер по поддержанию генетического равновесия.

Работа оказалась возможна благодаря поддержке коллег из отдела молекулярной генетики ВНИРО, благодаря помощи в сборе материала сотрудников ВологодНИРО, КарелНИРО, Лукиной Ю.Н, Ивину В.В., Тыркину И.А.

#### Список литературы

Балдина С.Н., Гордон Н.Ю., Политов Д.В. 2008. Генетическая дифференциация муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) и родственных видов сиговых рыб (Coregonidae, Salmoniformes) Сибири по мтДНК. Генетика 44 (7): 896–905.

Aljanabi S.M., Martinez I. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. Nucleic Acids Research 25(22): 4692–4693.

Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Katokhin A.V. 2011. Morphology and mitochondrial DNA variation of the Siberian whtfish *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) in the upstream water bodies of the ob and Yenisei Rivers. Evol. Ecol. 25: 557–572. DOI: 10.1007/s10682-010-9437-7

Bochkarev N.A., Zuykova E.I., Abramov S.A., Katokhin A.V., Matveev A.A., Samusenok V.P., Baldina S.N., Gordon N.Yu., Politov D.V. 2013. Morphological, ecological and mtDNA sequence variation in coregonid fish from Baunt Lake system (the Vitim River basin). Advanc. Limnol. 64: 257–277. DOI: 10.1127/1612-166X/2013/0064-0025)

GenBank. 2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>

NEBcutter2. 2021. <http://nc2.neb.com/NEBcutter2>



Østbye K., Bernatchez L., Næsje T.F., Himberg M.K.-J., Hindar K. 2005. Evolutionary history of the European whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) species complex as inferred from mtDNA phylogeography and gill-raker numbers. *Molecular Ecology* 14: 4371–4387.

## Первые опыты акклиматизации и переселения рыб в Псковской губернии

С.Г. Михалап, В.Б. Антипова

Псковский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Псков  
E-mail: [mikhalap\\_vniro@mail.ru](mailto:mikhalap_vniro@mail.ru)

**Аннотация:** В дореволюционный период работы по разведению и акклиматизации рыб на озёрах Псковской губернии осуществлялись с 15 видами и велись в трёх направлениях: а) попытки акклиматизации лососёвых рыб в Чудско-Псковском озере; б) переселение некоторых видов в малые озёра региона в пределах естественного ареала; в) искусственное воспроизводство и вселение посадочного материала чудского сига в Чудско-Псковское озеро с целью пополнения популяции. Важнейшими событиями истории рыбоводства в губернии стали экспедиции, организованные и финансируемые правительством: комиссия по изучению Псковского и Чудского озёр под руководством К.М. Бэра 1851-1852 гг. и Псковская промыслово-научная экспедиция под руководством И.Д. Кузнецова 1912-1913 гг. Значительная заслуга в организации и проведении рыбоводных работ принадлежала Псковскому губернскому земству, проводившему эксперименты по акклиматизации и искусственному воспроизводству ценных видов рыб. Губернской земской управой была инициирована организация Псковской промыслово-научной экспедиции, рыбоводное направление деятельности которой практически не изучено и раскрывается в настоящей работе на основе архивных материалов и опубликованных источников.

**Ключевые слова:** история рыбоводства, история аквакультуры, акклиматизация рыб, Псковская промыслово-научная экспедиция.

Первые известные нам попытки акклиматизации рыб в Псковской губернии относятся к середине XIX в. Они проводились по инициативе академика К.М. Бэра во время работы возглавляемой им научной экспедиции по исследованию рыболовства на Чудском и Псковском озёрах 1851-1852 гг. Планы Бэра включали пересадку ряпушки (*Coregonus albula*) из Чудского озера в малые озёра, лосося (*Salmo salar*) и кумжи (*Salmo trutta*) в Чудское озеро и реку Великую. Опыты по пересадке ряпушки Бэр обосновывал тем, что таких рыб часто недостает в водоёмах, которые «по природе своей казались бы совершенно пригодными к их пропитанию» (Бэр, 1860, с. 7). Что касается пересадки лососей и кумжи, по мнению Э. Тамиксаара (2016), идея Бэра основывалась на том, что на богатой сетковой кормовой базе они будут быстро размножаться и снизят численность снетка, преобладание которого, по его мнению, отрицательно влияло на кормовую базу других промысловых рыб. Пересадке лососевых рыб уделялось особое внимание: один из выпусков проводился даже после завершения работы экспедиции. В течение последующих пяти лет после первого выпуска поступали сведения о поимке лососей и кумжи в Чудском озере, что вселило в Бэра надежду на благоприятный результат опытов: «Основываясь на вполне достоверных данных, я могу теперь сказать, что, по крайней мере, одна из пересаженных пород не только сохранилась, но даже сильно размножилась» (Бэр, 1860, с. 93). Позднее, однако, стало ясно, что переселение рыб оказалось безрезультатным – натурализации не произошло.

Эксперименты, начатые Бэром, были продолжены Псковской губернской земской управой. В числе рыб, которых пытались акклиматизировать в водоёмах губернии, были лосось (*Salmo salar*), кумжа (*Salmo trutta*), волховский сиг (*Coregonus lavaretus baerii* Kessler). На деньги земства был куплен аппарат Коста для искусственного выведения мальков, регулярно выпускавшихся в р. Великую. С 1874 по 1886 г. «под руководством члена управы И.Я. Шелухина ... пущено в воды р. Великой и в озера 143000 штук лососок и лаксфорелей и 1000 шт. волховских сигов» сообщал Вешняков (1894, с. 643-644).

В губернскую земскую управу неоднократно поступали обращения из уездов с просьбами помочь в обследовании озёр и правильном разведении ценной рыбы (Земство и рыбное хозяйство, 1912). Это стало одним из обоснований создания промыслово-научной экспедиции по изучению Чудско-Псковского озера, организованной «в целях правильной постановки рыбного хозяйства» (Кузнецов, 1912). Экспедиция работала в 1912-1913 гг. под руководством старшего специалиста по рыболовству при Департаменте земледелия И.Д. Кузнецова. Участниками её были сотрудники департамента И.Н. Арнольд, А.А. Лебединцев, зоолог Императорского Юрьевского университета Н.А. Самсонов.

Помимо изучения Чудско-Псковского озера и ведущегося на нём промысла в рамках экспедиции проводились эксперименты по пересадке ценных видов рыб. Осенью 1912 г. была организована отдельная «сиговая экспедиция» для изучения чудского сига, в первую очередь, его нереста, а также сбора икры. Были изучены нерестилища сига, собраны данные по его плодовитости, спрогнозировано ориентировочное количество икры, которая может быть собрана за сезон. В докладе, представленном Псковскому губернскому собранию (См. Арнольд, 1915), на основе полученных данных, обосновывалась необходимость постройки рыбоводного завода на Чудском озере для разведения сигов.

В том же году губернская земская управа, ссылаясь на то, что экспедиции «удалось выяснить вопрос искусственного оплодотворения икры снетка» (Разведение снетка..., 1912, с. 11), возбудила ходатайство перед её заведующим о заселении некоторых озёр губернии снетком. Кроме того, на совместном совещании полного состава экспедиции и губернской управы было принято решение провести опыт по искусственному оплодотворению икры чудского сига и выведения мальков для выпуска их в обедневшие водоёмы (Искусственное разведение сига..., 1912, с. 12). Участниками совещания в качестве объектов переселения были выбраны снеток, чудской сиг и ряпушка. В том же году были проведены эксперименты по заселению некоторых озёр мальками этих рыб. Сига заселяли в семь озёр губернии, ряпушку в одно, а снетка – в два. Как отмечалось в «Вестнике Псковского губернского земства», вначале развитие икры снетка шло очень успешно в обоих озёрах, но «на второй стадии развития зародышей на озере Гороховом вся икра погибла, тогда как на Жижицком озере успешно вышли мальки в количестве одного миллиона штук» (Рыбоводство озерное, 1913, с. 9).

В 1913 г. Лебединцев подал докладную записку председателю Псковской губернской земской управы, в которой изложил свои соображения о возможных ближайших начинаниях земства по обогащению водоёмов ценными породами рыб, приложив примерную смету расходов. В числе его предложений были: устройство земского рыбоводного завода для искусственного оплодотворения икры и вывода мальков чудского сига; продолжение опытов по пересадке снетка, сига и ряпушки, «ибо опыты такой пересадки в соседних губерниях, например, Лифляндской, Курляндской и у нас на Никольском заводе дали положительные и весьма ценные результаты»; организация показательного рыбного хозяйства на арендованном озере. Особое внимание им было уделено вопросу увеличения запасов угря: он предлагал провести опыты пересадки угря в некоторые подходящие озёра губернии, а также «поднять вопрос об устройстве сообща с другими пограничными губерниями рыбоподъёмных лестниц на р. Нарове для прохода угря» (ГАПО. Ф. 122. Оп.2. Д. 18. Л. 41.).

О посадках рыб в малые озёра свидетельствует записка инструктора Департамента земледелия по рыбоводству и рыболовству для Псковской губернии Г.И. Карзубова Лебединцеву, в которой он писал: «сегодня вернулись из поездки по Великолуцкому и Торопецкому уездам: заселяли сига́ми озёра... Поездка дала возможность собрать немалый материал для более широкого освещения вопросов по сиговодству... Буду ждать от вас икру сига..., представляется возможным на основании опыта перевезти и мальков, если они уже выклевываются» (ГАПО. Ф. 122. Оп.2. Д. 18. Л. 77).

Отдельные опыты по пересадке рыб были успешны. Так, в апреле 1914 года Кузнецов в письме к Лебединцеву писал: «... могу сообщить радостную весть: из икры снетка, свезенной в прошлый год из Чудского озера в оз. Истрица Торопецкого уезда народились снетки ... их ловили в невода рамкой порою «на целую варку». Последнее время мы

раздавали по губернии (Псковской) мальков сига и ряпушки, выведенной из икры, оплодотворенной на месте осенью прошлого года» (ГАПО. Ф. 122. Оп.2. Д. 18. Л. 133).

Ещё одним рыбоводным экспериментом, осуществлённым Кузнецовым и его коллегами, стали опыты по пересадке угрей из верхней Нарвы, одного «из мест обильного лова и притом весьма крупных угрей» (Кузнецов, 1914, с. 229). Осенью 1913 г. было проведено несколько попыток их транспортировки и пересадки. Отловленные особи были выпущены в Чудское озеро, р. Великую, оз. Гороховое. Небольшая часть угрей была перевезена в Санкт-Петербург. Несмотря на то, что работы по транспортировке и выпуску угрей сопровождались некоторыми неудачами, в целом результат был положительным – удалось транспортировать и переселить значительное число особей угря. На основании проведённых опытов были подготовлены рекомендации по транспортировке угрей.

События Первой мировой войны и Октябрьской революции на долгий срок прервали успешно начавшиеся рыбоводные работы в губернии.

### Список литературы

Арнольд И.Н. 1915. Разведение сига на Чудском озере // Труды совещания по рыбоводству, созванного при департаменте земледелия в 1913 году. Ч.1. Санкт-Петербург: ГУЗиЗ, с. 154-163.

Бэр К.М. 1960. Исследования о состоянии рыболовства в России. Т. 1. Рыболовство в Чудском и Псковском озёрах и Балтийском море: отчеты начальника комиссии, исследовавшей рыболовство в Чудском озере и Балтийском море. СПб.: Тип. В. Безобразова, 99 с.

Вешняков В.И. 1894. Рыболовство и законодательство. Санкт-Петербург: Тип. Тренке и Фюсно, 1061 с.

Дело по обследованию Псковского водоёма // ГАПО. Ф. 122. Оп.2. Д. 18. Л. 41, 75, 77, 133 (Дело Псковской губернской земской управы (рыбоводный отдел). 1912 г.).

Земство и рыбное хозяйство // Вестник Псковского губернского земства. 1912. № 21. С. 11-12.

Искусственное разведение сига // Вестник Псковского губернского земства. 1912. № 41. С. 12.

Кузнецов И.Д. 1912. История возникновения и организации экспедиции (с картой) // Труды промыслово-научной экспедиции по изучению Псковского водоёма (бассейн Псковского, Теплого и Чудского озёр). Отд. 1. Отчет о текущих работах экспедиции. Вып.1. Псков, С. 1-14.

Кузнецов И.Д. О заселении угрями внутренних водоёмов: докл. // Труды Совещания по рыбоводству, созванного при Департаменте земледелия в 1913 году. Ч. 2, вып. 2. Санкт-Петербург, 1914. С. 229.

Разведение снетка // Вестник Псковского губернского земства. 1912. 41: 11.

Рыбоводство озерное // Вестник Псковского губернского земства. 1913. 21: 9.

Таммиксаар Э. 2016. У истоков рыбопромысловых исследований в России: Карл Бэр и его экспедиция на Чудское и Псковское озёра в 1851–1852 гг. // Историко-биологические исследования 8(1): 19.

## Зараженность хамсы *Engraulis encrasicolus* личинками нематоды *Hysterothylacium aduncum* в Азовском море в 2020 г.

Г.В. Мосеян<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

<sup>2</sup>Южный федеральный университет

E-mail: [mosesyangeorgiy0@gmail.com](mailto:mosesyangeorgiy0@gmail.com)

**Аннотация.** Рассматривается динамика зараженности хамсы личинками анизакидной нематоды *Hysterothylacium aduncum* в Азовском море в 2020 г. Приведены общепринятые показатели зараженности, а также размерно-массовая характеристика хамсы. На основе статистического анализа сделан вывод об уменьшении зараженности к августу и отсутствию дальнейшего снижения ее уровня в осенний период.

**Ключевые слова:** хамса, паразит, нематода, *Hysterothylacium*, Азовское море.

В условиях климатических изменений возрастает актуальность изучения морских экосистем. К последствиям увеличения среднегодовых температур, а также антропогенного воздействия (зарегулирование стока р. Дон и Кубань) можно отнести осолонение Азовского моря с 10-12 ‰ в 2013 г. и ранее до 14,5 ‰ в 2020 г. (Жукова, 2020), которое изменяет условия формирования представителей азовской группировки европейского анчоуса *Engraulis encrasicolus* (хамсы), приближая их к черноморским. Азовская хамса нагуливается и нерестится в Азовском море, при этом на зимовку выходит в Черное море, где облавливается промыслом. На местах зимовки и промысла она часто образует смешанные скопления с черноморской формой хамсы (Зуев, 2014). Для обеспечения устойчивого рыболовства управление промысловой убылью каждой из форм требует их адекватной идентификации, для чего используются несколько признаков, одним из которых является зараженность хамсы личинкой нематоды *Hysterothylacium aduncum*. Для периода функционирования экосистемы Азовского моря в условиях пониженной солености была характерна следующая динамика: азовская хамса заражалась гистеротилиациумом в Черном море (17-18 ‰), а, возвращаясь в Азовское море, где отсутствовали очаги заражения, освобождалась от паразита (данные сектора ихтиопатологии Азово-Черноморского филиала «ВНИРО»). Ввиду изменения условий обитания в Азовском море вызывает интерес современная картина зараженности в нем хамсы личинками *H. aduncum*.

Рыбу отбирали в ходе учетно-траловых и лампарных съемок в летнее и осеннее время 2020 г. из различных районов моря. Проводили измерение длины по Смитсу (от рыла до конца срединных лучей хвостового плавника) и массы, осуществляли неполное паразитологическое вскрытие (Мусселиус, 1983; МУК 3.2.988-00).

В результате подсчета паразитических нематод определяли общепринятые показатели зараженности: экстенсивность инвазии (ЭИ, %) – процент зараженных особей, интенсивность инвазии (ИИ, экз.) – наименьшее и наибольшее число экземпляров паразита в зараженной особи хозяина, средняя интенсивность инвазии (СИ, экз.) – среднее число экземпляров паразита, приходящееся на зараженную особь хозяина, ИО (ИО, экз.) – среднее число экземпляров паразита в выборке. Статистический анализ проводился по ИО, т.е. учитывалась зараженность гистеротилиациумом каждой особи – как зараженной, так и незараженной.

В таблице 1 приводится размерно-массовая характеристика отобранной в ходе рейсов хамсы.

**Таблица 1.** Размерно-массовая характеристика хамсы, отобранной в Азовском море в 2020 г.

Месяц, район Азовского моря	♂/♀, %	Средняя длина, см	Средняя масса, г
Июнь, Таганрогский залив	47/53	9,4	7,88
Июнь, северная часть	58/42	8,3	4,91
Июнь, центральная часть	47/53	8,4	5,62
Июль, Таганрогский залив	62/38	9,2	6,67
Июль, центральная часть	49/51	8,6	4,71
Август, юго-западная часть	73/27	8,7	5,59
Август, центральная часть	57/43	8,6	5,47
Август, северная часть	97/3	8,5	5,40
Октябрь, западная часть	41/59	9,0	6,31
Октябрь, центральная часть	41/59	8,5	5,45

В пяти из восьми летних выборок наблюдается преобладание самцов, в трех – самок. В одной из трех выборок, отобранных в августе (северная часть моря), самки практически отсутствуют. В октябре наблюдается их незначительное преобладание. Средняя длина рыбы как в летнее, так и в осеннее время составила 8,7 см, средняя масса в летнее время составила 5,78 г, в осеннее – 5,88 г.

В таблице 2 приводятся данные о зараженности хамсы, выловленной в различных районах Азовского моря в различные месяцы.

**Таблица 2.** Зараженность хамсы нематодой *Hysterothylacium aduncum* в Азовском море в 2020 г.

Месяц, район Азовского моря	ЭИ, %	ИИ, экз.	СИ, экз.	ИО, экз.
Июнь, Таганрогский залив	46,7	1-9	3,7	1,7
Июнь, северная часть	17,8	1-4	1,5	0,3
Июнь, центральная часть	51,0	1-21	3,3	1,7
Июль, Таганрогский залив	42,0	1-7	2,2	0,9
Июль, центральная часть	31,0	1-9	1,9	0,6
Август, юго-западная часть	26,7	1-3	1,8	0,5
Август, центральная часть	23,3	1-2	0,9	0,2
Август, северная часть	20,0	1-3	1,3	0,3
Октябрь, западная часть	32,0	1-17	3,0	1,0
Октябрь, центральная часть	35,0	1-7	1,9	0,7

Наименьшие значения экстенсивности инвазии (17,8 и 20,0 % в июне и августе соответственно) относятся к северной части моря, более опресненной по сравнению с его центральной частью. Также в северном районе моря низки показатели интенсивности инвазии (1,5 и 1,3) и индексы обилия (0,3 и 0,3). Однако зараженность в наиболее опресненной части Азовского моря – в Таганрогском заливе – относительно высока. В Таблице 3 приведено сравнение показателей зараженности хамсы нематодой *H. aduncum* в Таганрогском заливе и собственно в Азовском море.

**Таблица 3.** Сравнение зараженности хамсы нематодой *Hysterothylacium aduncum* в Таганрогском заливе и собственно в Азовском море в 2020 г.

	ЭИ, %	ИИ, экз.	СИ, экз.	ИО, экз.
Июнь, Таганрогский залив	46,7	1-9	3,7	1,7
Июнь, собственно море	33,3	1-14	3,0	1,0
Июль, Таганрогский залив	42,0	1-7	2,2	0,9

Июль, собственно море	31,0	1-9	1,9	0,6
Таганрогский залив (июнь+июль)	40,0	1-9	3,4	1,4
Собственно море (июнь+июль)	31,9	1-14	2,3	0,7

В Таганрогском заливе хамса заражена нематодой *H. aduncum* на 10 % чаще, чем в остальной акватории Азовского моря. Большой разброс в интенсивности инвазии собственно в море связан с большим количеством исследованных особей хозяина. Визуально количество паразитов в хамсе, отобранной в Таганрогском заливе, также выше, что, однако, не подтверждается при статистическом анализе с использованием U-критерия Манна-Уитни (значение точной асимптотической значимости  $p > 0,05$ ). С целью подтвердить различие в зараженности были объединены июньские и июльские выборки. На большем массиве данных при сравнении Таганрогского залива и собственно Азовского моря различие в ИО подтверждаются ( $p = 0,03$ ).

Для оценки динамики зараженности хамсы изучаемым гельминтом была составлена таблица с объединенными по всей акватории моря данными для каждого месяца (Таблица 4).

**Таблица 4.** Зараженность хамсы нематодой *Hysterothylacium aduncum* в Азовском море в различные месяцы 2020 г.

Месяц	ЭИ, %	ИИ, экз.	СИ, экз.	ИО, экз.
Июнь	37,8	1-21	3,6	1,3
Июль	38,3	1-9	2,4	0,9
Август	23,3	1-3	1,4	0,3
Октябрь	36,7	1-17	1,6	0,6

В августе наблюдается уменьшение процента зараженных рыб, также в летнее время отмечается видимое уменьшение количества паразитов. Присвоив каждому месяцу порядковый номер, мы провели корреляционный анализ с помощью рангового критерия Спирмена (анализировался ИО). Значимой корреляции выявить не удалось ( $p < 0,05$ ), несмотря на видимое уменьшение средних значений от июня к августу: 1,3; 0,9; 0,3. Однако анализ с использованием U-критерия Манна-Уитни позволил выявить отличие зараженности в августе от зараженности в июле ( $p = 0,03$ ) и значительное отличие зараженности в августе от зараженности в июне ( $p = 0,007$ ). Таким образом, мы можем сделать вывод о понижении зараженности личинкой нематоды к последнему месяцу лета.

Повышение уровня зараженности в октябре, по сравнению с августом, не подтверждено статистически, однако мы очевидно можем наблюдать отсутствие дальнейшего ее снижения в осенний период, которое можно было бы предположить ввиду невысокой солености Азовского моря.

Снижение зараженности хамсы к августу может быть объяснено отсутствием очагов зараженности нематодой *H. aduncum* ввиду более низкой солености Азовского моря, по сравнению с Черным, либо более высокой температурой в этом мелководном море. Каждый из названных факторов может являться причиной отсутствия первых промежуточных хозяев гельминта, необходимых для функционирования его паразитарной системы.

Отсутствие дальнейшего снижения зараженности в осенний период может быть связано как с заходом в Азовское море зоопланктона холодноводного комплекса, включающего в себя промежуточных хозяев *H. aduncum*, так и с заходом из Черного моря хамсы, возможного в связи с неблагоприятными кормовыми условиями в его северо-восточной части. Оценка динамики зараженности хамсы в Азовском море и практической значимости этого показателя требует дальнейших исследований.

## Список литературы

Зуев Г.В. 2014. Внутривидовая дифференциация и распространение европейского анчоуса *Engraulis encrasicolus* (L) (Engraulidae: Pisces) в Чёрном и Азовском морях. Морской экологический журнал 3 (13): 19-31.

Жукова С.В. 2020. Обеспеченность водными ресурсами рыбного хозяйства Нижнего Дона. Водные биоресурсы и среда обитания 3 (1): 7–19.

МУК 3.2.988-00. 2000. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. 49 с.

Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вихман А.А. 1983. Лабораторный практикум по болезням рыб: учебное пособие. М.: изд-во «Легкая и пищевая промышленность», 295 с.



## К вопросу о морфо-биологических характеристиках корфо-карагинской сельди на нерестилище в заливе Анапка (Карагинский р-н, Камчатский край)

*А.И. Никитенко<sup>1</sup>, А.А. Смирнов<sup>2,3</sup>, Е.В. Пономарева<sup>4</sup>, А.Н. Строганов<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), г. Дмитров

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

<sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

<sup>4</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

E-mail: [alexey\\_nikitenko90@mail.ru](mailto:alexey_nikitenko90@mail.ru), [andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru)

**Аннотация.** На основе материалов, собранных в мае 2001 г. на нерестилище в заливе Анапка (Карагинский р-н, Камчатский край), рассматриваются морфо-биологические характеристики корфо-карагинской сельди. Показана возможность формирования высокочисленного поколения в результате нереста данного года.

**Ключевые слова:** сельдь, длина тела, масса, пол, упитанность

Известно, что Берингово море населяют несколько стад морских сельдей: корфо-карагинское, восточноберингоморское, анадырское (Науменко, 2001). В структуру восточноберингоморского стада входят 9 нерестовых популяций, выделяемых для промышленного рыболовства в восточной части Берингова моря, вдоль побережья полуострова Аляска и восточных островов Алеутской гряды (Rowell et al., 1991). Значительно меньшее по биомассе воспроизводящееся в Анадырском заливе стадо тихоокеанской сельди оценивается как моноструктурное.

Мнения исследователей на уровень структурированности корфо-карагинской сельди, изучение которой началось во второй половине 30-х годов прошлого века, одновременно с возникновением промысла, различаются. Так, например, существуют представления о том, что корфо-карагинская сельдь представлена одной популяцией без каких-либо дискретных локальностей или сезонных группировок (Панин, 1950; Прохоров, 1965; Качина, 1981). По мнению других исследователей, ситуация с корфо-карагинской сельдью связана, и в определенной степени может определяться, флюктуациями численности различных группировок сельди в северной части Пацифики.

При высокой численности берингоморских группировок сельди в нагульный период могут формироваться смешанные скопления корфо-карагинской популяции с гижигинско-камчатской, восточноберингоморской, анадырской группировками (Науменко, 2001, 2010; Антонов и др., 2016; Лобода, Жигалин, 2017; Rogers, Shnerf, 1985). При этом, результаты ранее проведенных исследований свидетельствуют об определенной изменчивости уровня эффективности воспроизводства корфо-карагинской сельди, связываемой с особенностями воздействия факторов среды: абиотических и биотических (Науменко, 2001, 2012; Нагорнов, 2014). Так, в качестве индикаторов, характеризующих уровень воспроизводства, называются: возрастная структура нерестового стада, половой состав, упитанность производителей, температурные условия, субстраты и др.

Ведущую роль в воспроизводстве корфо-карагинской сельди играют нерестилища заливов Уала, Анапка, Корфа. При этом, выделяют их три основных типа: лагунные, береговые закрытые и береговые открытые (морские) (Науменко, 2001). Лагунные нерестилища подвержены воздействию приливо-отливных течений с возможным периодическим обсыханием икры. Менее значимо влияние периодических течений на

береговые нерестилища. При этом, береговые открытые нерестилища, локализованные у островов и далеко выдающихся в море мысов, используются сельдью преимущественно в годы высокого и, частично, среднего уровня запасов.

В настоящей работе рассматривали особенности морфо-биологических характеристик в выборке сельди, полученной в конце первой декады мая 2021 г. на нерестилище в прибрежье зал. Анапка близ поселка Ильпырский.

В ходе биоанализа определяли длину рыбы, массу, пол и стадию зрелости гонад, возраст, упитанность по Фультону.

Морфометрический анализ выполняли на основе анализа меристических (кол-во лучей в анальном плавнике; спинном, брюшном плавниках) и пластических (длина всей рыбы, длина до конца чешуйного покрова, диаметр глаза, длина рыла, длина головы, высота головы, межглазничное расстояние, длина верхнечелюстной кости, наибольшая высота тела, наименьшая высота тела, антедорсальное расстояние, антеанальное расстояние) признаков. При обработке материала использовали общепринятую схему И.Ф. Правдина с модификациями. Промеры проводили с точностью до 1 мм, пластические признаки были выражены в индексах (отношение к длине тела до конца чешуйного покрова, отношение к длине головы) (Алеев, 1963; Правдин, 1966).

По результатам проведенного анализа, выборки сельди из зал. Анапка демонстрируют высокую степень однообразия исследованных показателей между особями данной выборки (средняя полная длина 363 мм; средняя длина без хвостового плавника 318 мм; средняя масса 447 г). Полученные значения соответствовали данным из литературных источников для тихоокеанской сельди из акваторий Берингова и Охотского морей, превышали данные для Карского и Желтого морей, но были ниже, чем средние показатели сельди СЗТО (сахалино-хоккайдское стадо) (Строганов и др., 2020).

Соотношение полов в выборке было смещено в пользу самцов (62%/38%). При этом нужно отметить, что соотношение полов в исследованных ранее выборках тихоокеанской сельди из различных акваторий ареала изменяется в достаточно широких пределах: от преобладания в выборках самцов (беломорские, баренцевоморские, берингоморские), практически равного соотношения (выборки из Охотского, Чукотского, Карского морей) до значительного преобладания самок (отдельные выборки из Белого, Берингова, Карского морей) (Строганов и др., 2020).

Существенных различий между самками и самцами по комплексу меристических и пластических признаков выявлено не было. При этом, показатели биологического анализа: длина общая, длина до конца чешуйного покрова, масса продемонстрировали некоторые отличия по размеру варьирования и средним значениям – самки были несколько крупнее самцов (различия около 3% по средним значениям длины до конца чешуйного покрова, и около 11% по общей массе).

Высокое единообразие в выборке из зал. Анапка отмечено по степени зрелости гонад: все особи, как самцы, так и самки находились в преднерестовом-нерестовом состоянии (стадии зрелости IV-V, V с абсолютным преобладанием V (95%)). В данной выборке отсутствовали особи, как неготовые к нересту, так и уже отнерестившиеся. При этом, необходимо отметить, что и у самок, и у самцов гонады занимали всю полость тела. Это кардинально отличает исследованную выборку от описаний из литературы, где в выборках тихоокеанской сельди с нерестилищ отмечали присутствие в невысокой доле присутствие незрелых особей, неспособных, соответственно, принимать участие в нересте.

Важным показателем, отражающим эффективность воспроизводства у тихоокеанской сельди, является коэффициент упитанности (по Фультону), значения которого в разные годы могут колебаться в значительных пределах: от 0,009 до 0,013. Известно, что успешность нереста и формирование высокочисленных поколений совпадает с высокими значениями упитанности в группировках корфо-карагинской сельди (Науменко, 2012). Для особей сельди из выборки зал. Анапка получены высокие значения коэффициента упитанности (от 0,011 до 0,016, среднее 0,013). Таким образом, по косвенным характеристикам можно определить нерестовую группировку корфо-карагинской сельди зал. Анапка 2021 года, как эффективную

с перспективой формирования высокочисленного поколения в результате нереста данного года.

### Список литературы

Алеев Ю.Г. 1963. Функциональные основы внешнего строения рыб. М.: Изд-во АН СССР, 247 с.

Антонов Н.П., Датский А.В., Мазникова О.А., Митенкова Л.В. 2016. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях. Рыбное хозяйство 1: 54-58.

Качина Т.Ф. Сельдь западной части Берингова моря. М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1981. 121 с.

Лобода С.В., Жигалин А.Ю. 2017. Результаты исследований тихоокеанской сельди в северо-западной части Берингова моря в 2010-2015 гг. Известия ТИНРО 188: 125-139.

Нагорнов А.А., Малых К.М.; Коваленко М.Н. 2014. Некоторые особенности биологии и промысла корфо-карагинской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes (Clupeidae) в осенне-зимний период 2013 года. Рыбное хозяйство 6: 64-67.

Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. 330 с.

Науменко Н.И. 2010. Динамика численности сельди *Clupea harengus* Pallasii Val. западной части Берингова моря. Исследование биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 16: 140-145.

Науменко Н.И. 2012. Некоторые особенности воспроизводства корфо-карагинской сельди. Исследование биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана 26: 69-74.

Панин К.И. 1950. Материалы по биологии сельди северо-восточного побережья Камчатки. Изв. ТИНРО 32: 3-36.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с.

Прохоров В.Г. 1965. О топатской сельди. Вопр. географии Камчатки 3: 115-116.

Строганов А.Н., Семенова А.В., Рыбаков М.О., Смирнов А.А. 2020. О влиянии факторов среды на формирование изменчивости тихоокеанской сельди на ареале от Белого до Желтого морей. Труды ВНИРО 181: 69-83.

Rogers D.E., Shnepf K.N. 1985. Feasibility of using scale analysis methods to identify Bering Sea herring stocks : Univ. Wash. Fish. Res. Rept., FRI-UW-8501. 48 p.

Rowell K.A., Geiger H.J., Bue B.G. 1991. Stock identification of Pacific herring in the eastern Bering Sea trawl bycatch and in the Dutch Harbor food and bait fishery. Proc. Intern. Herring Symp. Fairbanks: 262-263.

## Приемы гонадэктомии самцов клариевого сома для искусственного воспроизводства

А.А. Пантелеев, В.В. Дернаков, Е.Е. Сусова

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

E-mail: [alexalwayswin@yandex.ru](mailto:alexalwayswin@yandex.ru)

**Аннотация.** Клариевый сом является ценным объектом разведения, неприхотливым в содержании. В условиях умеренного климата его с успехом выращивают в замкнутых системах водоснабжения. При разведении сома в основном используется метод забоя самцов с последующим извлечением гонад, их измельчением и отцеживанием через марлю или сито. Актуальной задачей является разработка приемов получения качественной спермы от самцов клариевого сома *in vivo*. В настоящем сообщении показаны результаты, полученные при применении прижизненной гонадэктомии. Определена оптимальная доза гвоздичного масла для наркоза: 0,1-0,2 мл/л. При окраске эозином доля живых спермиев в мазках спермы, полученной в результате гонадэктомии, составила более 75%.

**Ключевые слова:** клариевый сом *Clarias gariepinus*; искусственное воспроизводство; гонадэктомия; анестезия; оперативные приемы.

Одним из наиболее перспективных объектов тепловодного индустриального рыбоводства является клариевый сом, обладающий достаточно высоким генетическим потенциалом роста и развития в условиях интенсивной технологии воспроизводства и выращивания рыбы (Власов, Завьялов, 2014; Kucharczyk et al., 2019).

В условиях искусственного разведения представители этого вида утрачивают способность к естественному нересту, поскольку факторы, вызывающие развитие гонад и созревание половых продуктов в естественной среде их обитания при искусственном разведении отсутствуют. В связи с этим, воспроизводство клариевого сома производится за счет гормонально индуцированного нереста. Однако, как и у всех сомообразных рыб, самцы не выделяют сперму при массаже живота в неволе, и сбор спермы практически невозможен даже после гормональной стимуляции. Объем спермы обычно невелик, она загрязнена мочой, которая вызывает спонтанную активацию подвижности сперматозоидов (Viveiros et al., 2003).

Самцы клариевого сома в репродуктивном процессе зачастую используются однократно, так как сперму от них получают после забоя. Этот приём решает вопрос получения половых продуктов для инкубации икры, но каждый год приводит к одностороннему сокращению поголовья самцов и не соответствует духу современных тенденций в аквакультуре (Романова и др., 2017).

Анализ многочисленных публикаций в области новых технологий в аквакультуре показывает, что в настоящее время в рыбоводстве начинают использовать хирургические манипуляции с рыбами разных видов, в том числе проведение лапаротомии с извлечением гонад (Подушка, 2013; Pronina, Petrushin, 2019).

Разработка метода прижизненного извлечения части гонады самца клариевого сома для дальнейшего проведения инкубации икры является актуальной задачей.

Исследования проводились в лаборатории аквакультуры Межкафедрального учебно-научного центра биологии и животноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Объектами исследования являлись половозрелые самцы африканского клариевого сома (*Clarias gariepinus*).

Хирургические инструменты и шовный материал перед проведением хирургического вмешательства подвергались стерилизации кипячением. Общая анестезия осуществлялась погружением рыбы в емкость с раствором гвоздичного масла. Операционное поле обрабатывалось раствором антисептика. При осуществлении доступа по белой линии кожа препарировалась от мышц брюшной стенки. После торзирования семенниковых сосудов гонада иссекалась целиком. Прерывистые восьмеркообразные швы накладывались отдельно на мышечный слой брюшной стенки с брюшиной и кожу для создания дополнительных анастомозов и предотвращения осложнений.

Мазки спермы окрашивались 5% водным раствором эозина.

Результаты работы показали целесообразность применения гонадэктомии для получения половых продуктов от самцов африканского клариевого сома.

Была определена оптимальная доза гвоздичного масла для анестезии. Она составила 0,10-0,20 мл/л воды.

Примененное нами препарирование кожи и мышц брюшной стенки, а также послойное многорядное ушивание операционной раны позволило избежать послеоперационных осложнений.

Оценка качества спермы показала, что после извлечения гонад процент живых спермиев в мазках с эозином составил более 75%.

### Список литературы

Власов В.А., Завьялов А.П. 2014. Воспроизводство и выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в установках с замкнутым водообеспечением. Зоотехния 12: 22-24.

Подушка С.Б. 2013. Использование хирургических методов в рыбоводстве. Доклады Международной научно-практической конференции: «Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры». М.: Изд-во РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 393-396.

Романова Е.М., Любомирова В.Н., Романов В.В., Мухитова М.Э. 2017. Инновационные подходы к получению половых продуктов африканского сома в бассейновой аквакультуре. Вестник Ульяновской ГСХА 92: 1-6.

Kucharczyk, D. Kucharczyk D. J., Nowosad J., Omirzhanova N. 2019. Optimization of artificial insemination outcomes of African catfish (*Clarias gariepinus*) with differing hatchery conditions. Animal reproduction science 211: 106222.

Pronina G. I., Petrushin A. B. 2019. Techniques for in vivo extraction of gonads of male European catfish (*Silurus glanis*) for the artificial reproduction. AACL Bioflux 12(4): 1316-1322.

Viveiros A.T., Jatzkowski A., Komen J. 2003. Effects of oxytocin on semen release response in African catfish (*Clarias gariepinus*). Theriogenology 59 (9): 1905-17. DOI: 10.1016/s0093-691x(02)01290-6.

## К вопросу об установлении единых переводных коэффициентов на некоторые виды продукции из окуня-клевача

Д.И. Пискунович

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Мурманск  
E-mail: [st.anger-85@mail.ru](mailto:st.anger-85@mail.ru)

**Ключевые слова:** окунь-клевач (*Sebastes mentella*), переводной коэффициент, размерные группы, район и сезон промысла, ассортимент продукции.

**Аннотация.** Проведены совместные российско-норвежские исследования по установлению единых переводных коэффициентов на продукцию из окуня-клевача. Рассчитаны средневзвешенные дифференцированные по сезонам переводные коэффициенты и показана их зависимость от размерного ряда окуня-клевача. Получены предварительные результаты по определению единых для России и Норвегии переводных коэффициентов.

Одним из способов определения объема вылова водного биологического ресурса (ВБР) с целью контроля и оценки его изъятия является использование переводного коэффициента (коэффициента расхода сырья), определяемое как отношение единицы израсходованного сырья к выходу готовой продукции. Переводными коэффициентами пользуются как в России, так и во многих других странах, поскольку это наиболее доступный и наименее затратный способ учета фактических уловов ВБР.

Для контроля и оценки изъятия окуня-клевача (*Sebastes mentella*) в рамках Совместной Российско-Норвежской комиссии по рыболовству в экономической зоне Норвегии и районе архипелага Шпицберген применяются норвежские переводные коэффициенты (НПК), а в исключительной экономической зоне России – российские переводные коэффициенты (РПК), включенные в сборник норм выхода продуктов переработки водных биоресурсов Северного рыбохозяйственного бассейна. Значения норвежских и российских переводных коэффициентов на одни и те же виды продукции из окуня-клевача различны, что, в свою очередь, вызывает разногласия в достоверности расчета его фактического вылова.

В связи с этим установление единых переводных коэффициентов, используемых как норвежской, так и российской стороной, является достаточно актуальной проблемой на сегодняшний день, решение которой позволит избежать конфликтных ситуаций на промысле при осуществлении контроля изъятия окуня-клевача.

Учитывая заинтересованность со стороны России и Норвегии в решении данной проблемы, на трех норвежских судах в период с 2017 по 2019 гг. были проведены совместные исследования с представителями Директората рыболовства Норвегии и Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО». Проведены опытно-контрольные работы в различные сезоны года при изготовлении наиболее востребованных видов мороженой пищевой рыбной продукции из окуня-клевача - потрошеного, потрошеного обезглавленного (круглый срез), потрошеного обезглавленного (японский/косой срез). Опытные-контрольные работы и расчет переводных коэффициентов осуществляли согласно совместной российско-норвежской методике (Совместная российско-норвежская методика ... , 2013).

На основании результатов опытно-контрольных работ рассчитаны переводные коэффициенты применительно к разным размерным группам окуня-клевача и видам мороженой пищевой рыбной продукции в зависимости от сезона вылова рыбы. Установлено, что основными (наиболее многочисленными) группами при промысле данного водного объекта в экономической зоне Норвегии являются особи следующих размерных групп: 21-30 см, 31-40 см и 41-50 см.

Анализируя полученные данные было выявлено, что при увеличении размерного ряда окуня-клевача значения переводных коэффициентов также возрастают, что, в свою очередь, согласуется с размерно-массовым составом, приведенным в справочной литературе, в которой описаны технoхимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного ледовитого океана (Технохимический состав ..., 1997). Согласно опубликованным данным выход мяса и тушки у окуня-клевача, выловленного в Баренцевом море, увеличивается, хотя и незначительно, с увеличением длины рыбы.

Рассчитанные переводные коэффициенты и соотношения основных модальных групп окуня-клевача позволили установить дифференцированные по сезонам средневзвешенные переводные коэффициенты на вышеперечисленные виды мороженой пищевой рыбной продукции (Таблица 1).

**Таблица 1.** Дифференцированные по сезонам средневзвешенные коэффициенты на различные виды мороженой пищевой рыбной продукции из окуня-клевача

Год, сезон промысла	Вид мороженой пищевой рыбной продукции из окуня-клевача		
	потрошенный	потрошенный обезглавленный (круглый срез)	потрошенный обезглавленный (японский/ косой срез)
2017 (зима)	1,168	1,664	2,241
2018 (лето)	1,063	1,462	1,972
2019 (осень)	1,090	1,554	2,124

Сравнительный анализ показал, что переводные коэффициенты на все указанные виды продукции, полученные в зимний сезон, выше чем в осенний, что обусловлено преднерестовым состоянием и нерестом окуня-клевача. Наименьшие коэффициенты выявлены для летнего сезона, которые обусловлены тем, что в данный период (нагул) абсолютные показатели массы гонад минимальны. Варьирование значений переводных коэффициентов в зависимости от периодов вылова можно объяснить значительными колебаниями выхода продукции из окуня-клевача в различные сезоны, который зависит от развития половых продуктов и наполнения желудков (Технохимический состав ..., 1997).

С учетом доли вылова окуня-клевача в каждом сезоне рассчитаны осредненные переводные коэффициенты, которые предлагались и обсуждались на заседании Рабочей группы по переводным коэффициентам в мае 2021 г. в качестве единых российско-норвежских коэффициентов (Таблица 2).

**Таблица 2.** Осреднение переводные коэффициенты на мороженую продукцию из окуня-клевача, действующие норвежские и российские переводные коэффициенты

Переводной коэффициент	Вид мороженой продукции из окуня-клевача		
	потрошенный	потрошенный обезглавленный (круглый срез)	потрошенный обезглавленный (японский/ косой срез)
Осредненный	1,081	1,502	2,029
НПК	1,200	1,650	1,950
РПК	1,136	1,748	2,174

Как видно из таблицы 2, рассчитанные осредненные переводные коэффициенты на продукцию из окуня-клевача ниже действующих норвежских (за исключением окуня-клевача потрошеного обезглавленного (японский/косой срез)) и значительно ниже

российских переводных коэффициентов. Очевидно, это связано с тем, что норвежские переводные коэффициенты получены расчетно-статистическим методом и без учета потерь при замораживании, а российские – опытным методом на основании результатов опытно-контрольных работ с учетом потерь при данной операции.

Таким образом, проведенные исследования по технологическому нормированию показали необходимость пересмотра действующих переводных коэффициентов на продукцию из окуня-клювача, являющегося совместным запасом России и Норвегии, с целью установления единых переводных коэффициентов.

### **Список литературы**

Совместная Российско-Норвежская методика по измерению и расчету переводных коэффициентов для рыбной продукции, изготавливаемой на промысловых судах / М.А. Пенкин, В.В. Степаненко, Г. Блом [и др.]. – Тромсе: Изд-во Директората рыболовства Норвегии. 2013. 23 с.

Технохимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана / Константинова Л.Л., Двинин Ю.Ф., Лебская Т.К., Кузьмина В.И. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. 183 с.



## Гепатосоматический индекс морского ерша *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 четырех акваторий Кавказского шельфа Черного моря

А.А. Полин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Азово-Черноморский филиал ФГБУ «Главрыбвод», г. Краснодар

<sup>2</sup>Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

E-mail: [polin\\_a\\_a@mail.ru](mailto:polin_a_a@mail.ru)

**Ключевые слова:** морской ерш, Черное море, Большой Утриш, Геленджик, Магри, Адлер, гепатосоматический индекс (индекс печени), критерий Манна-Уитни.

**Аннотация:** в работе представлены результаты сравнения гепатосоматических индексов (индексов печени) морских ершей четырех прибрежных акваторий Черного моря (в районах Большого Утриша, Геленджика, Магри и Адлера). Установлено, что значения указанных показателей морских ершей района Магри были статистически достоверно меньше, чем у особей всех остальных рассмотренных акваторий.

Во второй половине прошлого века положено начало широкому развитию изучения изменчивости интерьерных показателей у животных и анализу ее причинноследственных связей (Шварц, 1958; Шварц, 1959; Шварц и др., 1968; и пр.). Первоначально основными объектами исследований морфофизиологических индикаторов служили наземные позвоночные, но этот методологический подход стал успешно применяться и на рыбах (Божко, Смирнова, 1971; Смирнов и др., 1972; Крайнюк, 2014; Нгуен, 2019 и др.).

Изменения индексов внутренних органов связывают с интенсивностью воздействия внешних факторов на онтогенетические процессы. У рыб, обитающих в загрязненных акваториях, нарушается структура клеток и тканей за счет развития различных патологий и накопления токсикантов (Hinton, Lauren, 1990; Lang et al., 2006).

Особенно часто подобные закономерности отмечены для печени, играющей центральную роль в депонировании ксенобиотиков, их биотрансформации и детоксикации (Дорохова, Новоселова, 2010). Под воздействием негативных факторов увеличивается значение гепатосоматического индекса (индекса печени) – важного показателя физиологического состояния рыб (Шульман, 1972; Кузьмина, 2005).

Объект данного исследования – морской ерш *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 (Pisces: Scorpaenidae) являющийся обычным, а местами доминирующим видом в прибрежных сообществах черноморских рыб (Пашков, 2001). Одной из отличительных черт биологии морского ерша является оседлый донный образ жизни взрослых рыб, позволяющий особям данного вида накапливать продукты антропогенного воздействия в местах их постоянного обитания.

Целью исследования являлось проведение сравнительного анализа значений гепатосоматических индексов морских ершей четырех акваторий Кавказского шельфа Черного моря, характеризующихся различными условиями среды обитания, включая уровень антропогенной нагрузки.

Материалом для данной работы послужили случайные выборки морских ершей, из четырех прибрежных акваторий Черного моря в районах: Большого Утриша – 106, Геленджика (б. Голубая) – 102, Магри – 89 и Адлера – 77 экз.

Во всех акваториях кроме б. Голубая особей для исследования отбирали из уловов рыболовецких бригад, осуществляющих прибрежное рыболовство с помощью ставных неводов и жаберных сетей. В районе Геленджика рыб отлавливали самостоятельно с помощью крючковых орудий лова. Материал отбирали во все сезоны года в период с декабря 2017 по ноябрь 2020 гг.

Пойманных рыб анализировали с применением стандартных ихтиологических методов (Пряхин, Шкицкий, 2008). Массу тела ( $m$ ) и массу печени ( $m_h$ ) исследуемых рыб измеряли с помощью электронных весов с точностью до 0,1 г.

Гепатосоматические индексы (ГПСИ) рассчитывали как процентное отношение массы печени к массе тела без внутренностей. Математическая и статистическая обработка полученных результатов проводилась стандартными методами вариационной статистики (Лакин, 1990; Животовский, 1991).

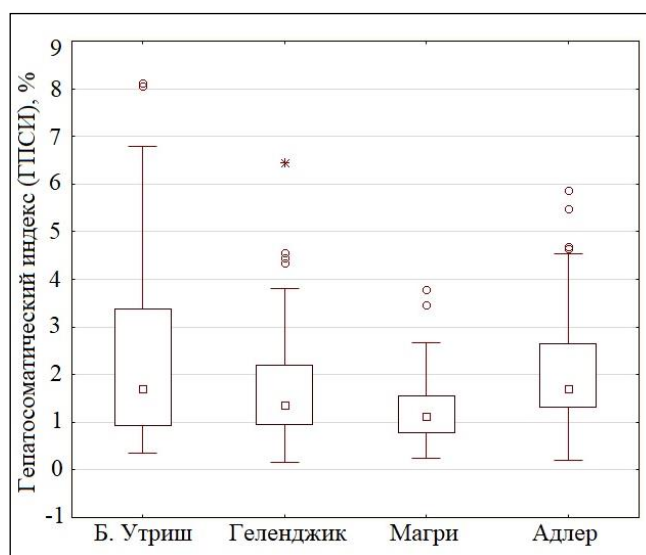
В таблице 1 представлены данные о массах тел без внутренностей ( $m$ ), массах печени ( $m_h$ ) и ГПСИ морских ершей рассматриваемых акваторий.

**Таблица 1.** Значения масс тел без внутренностей, масс печени и ГПСИ морских ершей рассматриваемых акваторий

Акватория	Масса тела ( $m$ ), г		Масса печени ( $m_h$ ), г		ГПСИ, %	
	$\bar{x} \pm m_x$	<i>min-max</i>	$\bar{x} \pm m_x$	<i>min-max</i>	$\bar{x} \pm m_x$	<i>min-max</i>
Большой Утриш	103,7±9,94	5,8-396,6	3,5±0,45	0,1-23,9	2,39±0,181	0,35-8,13
Геленджик	81,9±4,90	24,8-346,8	1,4±0,14	0,1-8,5	1,72±0,108	0,17-6,45
Магри	77,5±4,90	18,5-302,9	1,1±0,16	0,1-11,5	1,25±0,068	0,25-3,80
Адлер	72,2±3,83	16,9-200,9	1,6±0,16	0,1-6,2	2,06±0,137	0,21-5,86
В целом	85,0±3,47	5,8-396,6	2,0±0,15	0,1-23,9	1,87±0,071	0,17-8,13

Как видно из данных таблицы 1 у рыб разных акваторий между значениями рассматриваемых показателей имеются различия. Для оценки достоверности данных различий был проведен статистический анализ. Применение критерия Шапиро-Уилка показало, что распределение значений ГПСИ в каждой рассматриваемой акватории не является нормальным. На средние значения показателей значительное влияние оказывали «выбросы» - точки, сильно выбивающиеся из выборки и не вписывающиеся в общую модель.

Для более объективного анализа соотношений масс тела и печени исследуемых морских ершей были рассчитаны медианы ГПСИ. Их значения были следующими: Большой Утриш – 1,72, Геленджик – 1,37, Магри - 1,13, Адлер – 1,72. Диаграммы размаха («ящики с усами») значений ГПСИ изученных морских ершей представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Диаграммы размаха («ящики с усами») значений ГПСИ морских ершей рассматриваемых акваторий

Из данных рисунка 1 видно, что наибольшие значения ГПСИ были характерны для морских ершей района Большого Утриша, наименьшие – для особей района Магри. В целом можно выделить следующее ранжирование значений ГПСИ для особей разных акваторий: Большой Утриш > Адлер > Геленджик > Магри.

Для оценки достоверности имеющихся различий значений ГПСИ морских ершей был проведен их попарный сравнительный анализ с помощью критерия Манна-Уитни. Статистический анализ показал, что различия были достоверны при сравнении значений ГПСИ морских ершей Большого Утриша и Магри ( $p = 0,000$ ), Геленджика и Магри ( $p = 0,003$ ), Адлера и Магри ( $p = 0,000$ ), Геленджика и Адлера ( $p = 0,023$ ). Различия значений ГПСИ у особей районов Большого Утриша и Геленджика ( $p = 0,062$ ), Большого Утриша и Адлера ( $p = 0,966$ ) имели случайный характер.

Таким образом, значения ГПСИ морских ершей района Магри были статистически достоверно меньше, чем у особей всех остальных рассмотренных акваторий. Данный факт, может свидетельствовать о том, что в указанной акватории сложились наиболее благоприятные условия обитания для исследованных морских ершей.

### Список литературы

Божко А.М., Смирнова И.С. 1971. Перспективы применения метода морфофизиологических индикаторов при изучении рыбца в пределах ареала // Тез. 2 заседания по проблеме "Исследование продуктивности вида в пределах ареала". Вильнюс: Мокслас, С. 25-26.

Дорохова И.И., Новоселова Ю.В. 2010. Особенности морфофизиологических и биохимических параметров печени морского ерша из бухт с различным уровнем загрязнения // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Т. I. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. сборник научных статей. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, С. 44-48.

Животовский Л.А. 1991. Популяционная биометрия. М.: Наука, 271 с.

Крайнюк В.Н. 2014. Изменчивость некоторых интерьерных признаков у щуки *Esox lucius* L., 1758 (Esocidae) из водохранилищ канала им. К. Сатпаева. Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География 4: 64–71.

Кузьминова Н.С. 2005. Использование индекса печени как биомаркера состояния рыб. Заповедники Крыма: Заповедное дело, биоразнообразие, экообразование. Ч. 2. Зоология беспозвоночных, зоология позвоночных: Матер. научн. конфер., Симферополь, 213-217.

Лакин Г.Ф. 1973. Биометрия. М., 343 с.

Нгуен Тхи Хонг Ванг, 2019. Морфофизиологические индикаторы состояния обыкновенного окуня в естественной среде обитания и условиях аквакультуры: автореферат дис. ... канд. с-х. наук. Астрахань, 19 с.

Пашков А.Н. 2001. Ихтиофауна прибрежного шельфа Черного моря в полигалинных акваториях: автореферат дис. ... канд. биол. наук. М., 25 с.

Пряхин Ю.В., Шкицкий В.А. 2006. Методы рыбохозяйственных исследований: учеб. пособие. Краснодар, 214 с.

Смирнов В.С., Божко А.М., Рыков Л.П., Добринская Л.А. 1972. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. Труды Северного НИИ озёрн. и речн. хоз-ва. Петрозаводск, 5-168.

Шварц С.С. 1958. Метод морфофизиологических индикаторов экологии животных. Зоологический журнал 37 (4): 58–63.

Шварц С.С. 1959. Некоторые вопросы проблемы вида у наземных позвоночных животных. Тр. Ин-та биологии 11, Свердловск, 133 с.

Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. 1968. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск: Уральский рабочий, 386 с.

Шульман Е.Г. 1972. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром., 370 с.

Lang T., Wosniok W., Barsiene J., Broeg K., Kopecka J., Parkkonen J. 2006. Liver histopathology in Baltic flounder (*Platichthys fleus*) as indicator of biological effects of contaminants. *Marine Pollution Bulletin* 53: 488–496.

Hinton D.E., Lauren D.J. 1990. Integrative histopathological approaches to detecting effects of environmental stressors on fishes. *Biological Indicators of Stress in Fish*. (ed. S.M. Adams): 51–66.

## Сравнительная оценка протеолитической активности ферментных препаратов организмов различных филогенетических групп

*К.С. Рысакова, В.А. Мухин, В.Ю. Новиков, А.В. Барышников*

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича),  
г. Мурманск  
E-mail: [rysakova@pinro.ru](mailto:rysakova@pinro.ru)

**Аннотация.** Было проведено сравнение протеолитических свойств четырех ферментных препаратов: протосубтилина, бромелаина, панкреатина и гепатопанкреатина. В ходе эксперимента установлено, что температурный максимум эффективности протеолиза под действием гепатопанкреатина смещается в сторону низких значений значительно быстрее, чем температурный максимум эффективности протеолиза под действием ферментов наземных гомойтермных животных, микроорганизмов и растений. Вероятно, именно больший диапазон смещения температурного максимума эффективности протеолиза, характерный для протеиназ камчатского краба, отражает его большую адаптированность к обитанию в холодных Арктических водах. Эти количественные различия можно объяснить структурными особенностями ферментов.

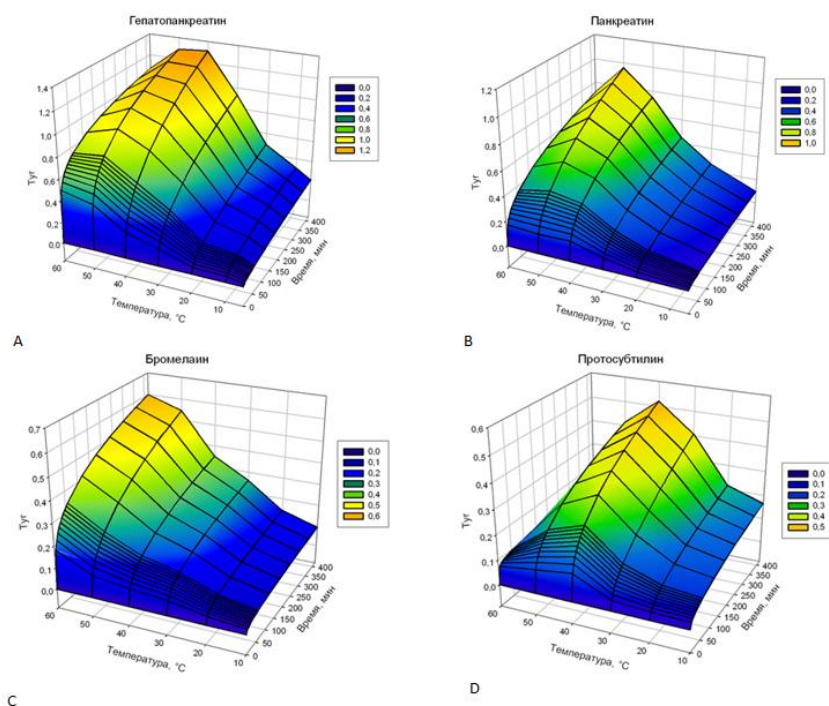
**Ключевые слова:** Протеолитическая активность, ферментный препарат, гепатопанкреатин, панкреатин, бромелаин, папаин, протеиназы, температурная зависимость.

Протеолитическая активность ферментных препаратов различного происхождения, изучалась с целью обнаружения возможности использования этих ферментов для получения белоксодержащих продуктов с повышенной биологической ценностью.

Нами было проведено сравнение, изменения концентрации тирозина во время инкубации на примере четырех ферментных препаратов. Ферментными препаратами служили, протосубтилин, бромелаин, панкреатин и гепатопанкреатин. Гепатопанкреатин был выделен нами (Мухин, 2001), остальные ферментные препараты являются коммерческими и использовались в готовом виде.

На протеолитические свойства ферментных препаратов оказывают влияние различные факторы, главные из них – это условия инкубации и происхождение ферментных препаратов. Температурные режимы способны оказывать влияние на ферментативные реакции, замедляя или ускоряя их, подобное температурное влияние отмечается при любых физико-химических реакциях.

При исследовании протеолитической активности ферментных препаратов, были выбраны температурные режимы: 10, 20, 30, 40, 50, 60°C и время инкубации варьировалось от 6 минут до 420 минут (Рисунок). Выбранные нами режимы инкубации соответствуют оптимальным и минимальным температурным режимам для ферментных препаратов.



**Рисунок.** Изменение концентрации тирозина под действием гепатопанкреатина (А), панкреатина (В), бромелаина (С) и протосубтилина (D) в зависимости от температуры и продолжительности инкубации

В ходе проведения эксперимента по гепатопанкреатину было отмечено, что максимальная концентрация тирозина в субстрате, содержащем ферментный препарат гепатопанкреатин, была достигнута в течение 420 минут инкубации при температурном режиме 40°C и составляла 1,3119 ммоль TYR/л×мин, что на 84 % больше в сравнении с минимальным показателем при таком же времени инкубации. Минимальный показатель при таком же времени инкубации отмечался при температуре 10°C, он составлял 0,21206 ммоль TYR/л×мин.

Исходя из полученных данных по гепатопанкреатину, можно сделать вывод о том, что наиболее оптимальными условиями для гидролиза, где концентрация тирозина является максимальной, это 40°C и время 420 минут.

В ходе проведения эксперимента по панкреатину было отмечено, что максимальная концентрация тирозина в субстрате, содержащем ферментный препарат панкреатин, была достигнута в течение 420 минут инкубации при температурном режиме 50°C и составляла 0,96056 ммоль TYR/л×мин, что на 90 % больше в сравнении с минимальным показателем при таком же времени инкубации. Минимальный показатель при таком же времени инкубации отмечался при температуре 5°C и составил 0,10189 ммоль TYR/л×мин.

Из полученных данных по панкреатину, можно сделать вывод о том, что оптимальные условия для гидролиза является температура 50°C и время 420 минут. Низкий диапазон температур для ферментного препарата панкреатина является фактором, снижающим протеолитическую активность ферментного препарата, происходит инактивация ферментного препарата.

При исследовании протеолитической активности ферментного препарата из бромелаина установлено, что максимальная протеолитическая активность ферментного препарата из бромелаина отмечалась при температуре 60°C и времени гидролиза 420 минут, количество накопленного тирозина составляло 0,59918 ммоль TYR/л×мин. Минимальная концентрация тирозина при таком же времени инкубации составила 0,09043 ммоль

TYR/л×мин, данная концентрация определилась при температуре 10 °С. Относительно минимальной концентрации тирозина при таком же времени инкубации, максимальная концентрация тирозина на 85% была больше. При низких температурах бромелаин обладает низкой протеолитической активностью.

В случае протосубтилина - максимальная концентрация тирозина была достигнута при 420 минутах при температуре 40°С и составила 0,52142 ммоль TYR/л×мин. Минимальная концентрация аминокислоты тирозина в таком же промежутке времени 420 минут составляла 0,16576 ммоль TYR/л×мин при температуре 10 °С. Исходя из полученных данных, максимальная концентрация тирозина в субстрате по сравнению с минимальной при таком же времени инкубации, была выше на 68%. Полученные данные свидетельствуют о том, что температура 60°С для протосубтилина негативно влияет на протекание гидролиза. Это связано с тем, что при высокой температуре ферментный препарат инактивируется.

В ходе проведения исследования можно сделать вывод о том, что экспериментальный ферментный препарат из гепатопанкреаса камчатского краба обладает наиболее высокой протеолитической активностью по сравнению с ферментными препаратами животного, растительного и бактериального происхождения.

Изучение температурно-временных параметров протеолиза под действием протеиназ, выделенных из органов представителей различных таксонов, позволило выявить универсальную закономерность. Установлено, что независимо от источника происхождения ферментов, по мере увеличения продолжительности процесса, температурный максимум эффективности протеолиза смещается в сторону более низких температур.

Основываясь на экспериментальных данных, нам удалось создать математическую модель, позволяющую теоретически рассчитать для каждого ферментного препарата эффективность протеолиза в любой момент времени при любой температуре.

Согласно этой модели, температурный максимум эффективности протеолиза под действием гепатопанкреатина смещается в сторону низких значений значительно быстрее, чем температурный максимум эффективности протеолиза под действием ферментов наземных гомойтермных животных, микроорганизмов и растений. Вероятно, именно большой диапазон смещения температурного максимума эффективности протеолиза, характерный для протеиназ камчатского краба, отражает его большую адаптированность к обитанию в холодных Арктических водах. Эти количественные различия можно объяснить структурными особенностями ферментов.

### **Список литературы**

Мухин В.А., Новиков В.Ю. 2001. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов: получение, свойства и практическое использование. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 101 с.



## Влияние пробиотика «Субтилис-С» на зоотехнические и гематологические показатели Нильской тилапии в аквакультуре

*О.В. Саная, В.В. Дернаков, А.И. Черкалин, Е.Ю. Уварова, В.М. Хрупкин*

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

E-mail: [sanaya2020@list.ru](mailto:sanaya2020@list.ru)

**Аннотация.** Тилапия является ценным видом рыб при выращивании в аквакультуре. В настоящем сообщении показано влияние добавления пробиотика «Субтилис-С» к рациону кормления. Выявлено, что по основным зоотехническим параметрам различий у рыб, получавших и не получавших добавку, не обнаружено. Отмечено увеличение процента лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов в крови тилапии при применении пробиотика.

**Ключевые слова:** нильская тилапия, аквакультура, пробиотик, зоотехнические показатели, гематология.

В условиях аквакультуры рыбы подвергаются воздействию стресс-факторов, связанных с интенсивным разведением: изменение температурного режима, гидрохимических параметров, увеличение плотностей посадки, кормление концентрированными кормами. Водная среда является хорошим субстратом для развития микроорганизмов, в т.ч. патогенных. В результате этого происходит снижение иммунитета культивируемых объектов. Поэтому, повышение иммунитета рыб является актуальной задачей. Одним из путей усиления иммунной устойчивости организма является применение иммуномодуляторов.

В мировой аквакультуре распространение тилапии и ее активное производство связано с целым рядом биологических особенностей и хозяйственно полезных качеств, которыми обладают данные рыбы. К ним можно отнести быстрый рост, эффективное использование кормов, а также отличные потребительские качества – диетическое мясо, которое содержит полноценный белок, отсутствие межмышечных косточек и высокий выход съедобных частей (Боронецкая, 2011).

Тилапии обладают хорошими адаптационными возможностями. Их можно разводить в соленой и пресной воде, в которой может быть высокое содержание органики и дефицит кислорода. Эти рыбы легко выращиваются в условиях высокой плотности посадки и напряженном гидрохимическом режиме.

Для предотвращения вспышек болезней путем увеличения сопротивляемости иммунной системы рыб применяется пробиотик «Субтилис-С». Однако гематологические параметры тилапий под действием пробиотика остаются малоизученными.

Имеются сведения о влиянии плотности посадки на рыб. Установлено, что уровень глюкозы в крови повышался вместе с увеличением плотности посадки рыбы. Существенного влияния на параметры клеток крови и биохимические показатели крови плотность рыб не оказывает (Nastuti, Subandiyono, 2020).

Оценка влияния сезонности на гематологические показатели нильской тилапии, выращенной в штате Санта-Катарина, южная Бразилия показала, что самые высокие значения общего количества лейкоцитов были обнаружены у рыбы осенью, в то время как самые низкие значения наблюдались у рыбы летом. Тромбоцитоз наблюдался осенью, а лимфоцитоз был обнаружен как осенью, так и зимой у тилапии со всех исследованных рыбоводных ферм. Нейтрофилия наблюдалась только зимой и осенью (Jerônimo et al., 2011).

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы являлось изучение влияния пробиотика «Субтилис-С» на продуктивность и гематологический статус рыб.

Объектами исследований являлись половозрелые самки и самцы тилапии (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758). Рыбы содержались в 600 литровых аквариумах.



Гидрохимический режим содержания соответствовал гидрохимическим нормам. Температура воды в аквариумах поддерживалась на уровне  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ , pH 8,3, фотопериод 14 часов света и 10 часов темноты, жесткость 12 гН. После вынашивания личинку отбирали у самок и высаживали в отдельные емкости.

Тияляпии были разделены на 2 группы (опыт и контроль) по принципу аналогов по 7 самок и одному самцу в каждой группе.

Рыбы опытной группы получали пробиотик «Субтилис С» в качестве кормовой добавки из расчета 1 г/кг корма. «Субтилис-С» содержит живые природные штаммы микроорганизмов *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* (109 КОЕ в 1 г).

По окончании опыта проводились зоотехнические и гематологические исследования. Бонитировку для определения зоотехнических параметров проводили в соответствии с методикой проведения испытаний на ООС: однородность, отличимость и стабильность (Богерук, 2009). Упитанность определяли по Фультону:  $M \cdot 100 / l^3$  (г/см<sup>3</sup>).

Кровь отбирали у рыб прижизненно из хвостовой вены. Определяли лейкограмму в окрашенных по Паппенгейму мазках крови из хвостовой вены микроскопически методом дифференциального подсчета.

Статистическую обработку проводили методом вариационной статистики по Стьюденту. Достоверными считали различия при  $P \leq 0,05$ .

За время эксперимента произошло оплодотворение икры у 80% самок в опытной группе и 50% в контроле.

За время эксперимента рыбы прибавили в массе. Но достоверных различий массы тела между опытными и контрольными самками тияляпий не отмечено (Таблица 1).

**Таблица 1.** Зоотехнические параметры нильской тияляпии в эксперименте

Показатели	Контроль фон	Контроль после кормления	Опыт фон	Опыт после кормления
Самки				
	а	б	в	г
Масса тела, г	618,2±32,9	883,2±40,9а	625,8±30,5б	878,6±69,6ав
Длина тела, см	29,0±0,7	30,6±0,5	30,2±1,1	30,5±0,9
Обхват, см	24,7±0,6	26,4±0,7	24,8±0,4	27,2±0,8ав
Высота тела, см	11,3±0,4	13,0±0,3а	11,8±0,2б	13,5±0,2ав
Длина головы, см		10,6±0,2		10,7±0,3
Индекс обхвата обх/л	85,0±0,9	86,2±0,9	85,1±2,4	89,0±0,9а
Индекс высоты тела h/l	38,8±0,6	42,5±1,1	39,3±1,6	44,3±0,8
Индекс длины головы G/l		34,7±0,7		35,2±0,4
Упитанность, г/см <sup>3</sup>	2,5±0,1	3,1±0,1а	2,5±0,2б	3,1±0,1ав

Примечание: в знаменателе коэффициент вариабельности (Cv) а,б,в – различия достоверны ( $P < 0,05$ )

Результаты бонитировки рыб показали, что пробиотик не оказал влияния на рост и массонакопление тияляпий: достоверных различий по основным зоотехническим параметрам у рыб опытной и контрольной групп не обнаружено.

По интенсивности эритропоза опытные и контрольные рыбы достоверно не различались между собой (Таблица 2).

**Таблица 2.** Показатели эритропоеза тилапий, %

Показатели	Контроль	Опыт
Гемоцитобласты, эритробласты	0,4±0,5	0,8±0,3
Нормобласты	5,5±3,5	1,8±0,4
Базофильные эритроциты	14,5±7,8	2,5±0,4
Зрелые эритроциты	79,7±10,8	94,8±0,7

В лейкограмме тилапий, получавших пробиотик, отмечено усиление специфического иммунитета: увеличился процент лимфоцитов с 69,% до 91,8%. Кроме того, в крови опытных рыб имеется небольшое количество эозинофилов и базофилов. Аналогичная тенденция в отношении базофилов отмечена у дискусов под влиянием пробиотика. Данные изменения повышают способность организма противостоять инфекции и инвазии.

Таким образом, использование пробиотика «Субтилис-С» в качестве кормовой добавки увеличивает продуктивность тилапий и усиливает их иммунитет.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 20-316-90028)

### Список литературы

Богерук А.К., Тюриков В.М. 2009. Методика проведения испытаний на ООС. М: изд-во «Росинформагротех», 160 с.

Боронецкая О.И., Привезенцев Ю.А. 2011. Биологические особенности и продуктивные качества рыб тилапии породы Тимирязевская. Известия ТСХА 4: 131-137.

Nastuti S., Subandiyono S. 2020. Aminotransferase, hematological indices and growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in various stocking densities in aquaponic systems. AACL Bioflux 13 (2): 813-824.

Jerônimo G.T., Laffitte L.V., Speck G.M., Martins M.L. 2011. Seasonal influence on the hematological parameters in cultured Nile tilapia from southern. Brazilian Journal of Biology 71 (35): 719-725.

## К биологической характеристике берша *Sander volgense* (Gmelin, 1788) Волжского плеса Куйбышевского водохранилища

С.Ф. Сафина<sup>1</sup>, И.Ф. Галанин<sup>1</sup>, А.П. Галанина<sup>1</sup>, А.А. Смирнов<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ), г. Казань

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва;

<sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

E-mail: [Igor.Galanin@kpfu.ru](mailto:Igor.Galanin@kpfu.ru)

**Аннотация.** По результатам наблюдений 2017 и 2018 гг. в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища проведена оценка состояния популяции берша. На фоне ухудшения состояния промыслово-биологических показателей судака, занимающего смежную пищевую нишу, размерно-весовой состав и возрастной структура берша позволяет охарактеризовать состояние популяции в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища как благополучное.

**Ключевые слова:** берш, Куйбышевское водохранилище, возраст, масса тела, длина тела

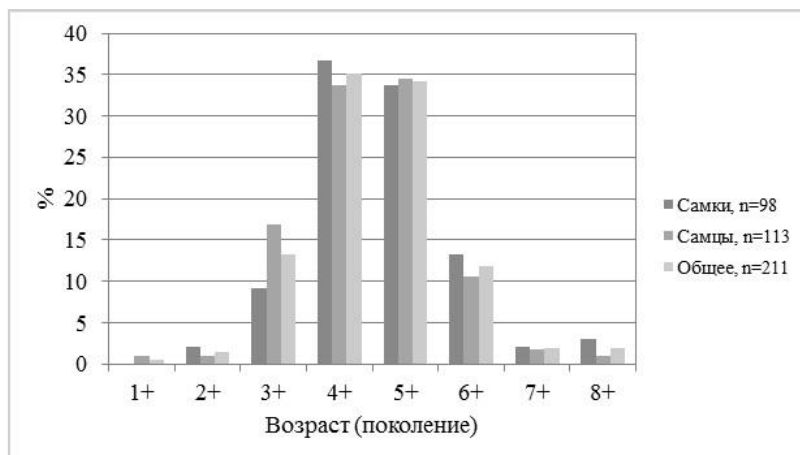
Волжский судак или берш *Sander volgense* (Gmelin, 1788) относится к массовым промысловым мелкочастиковым видам Куйбышевского водохранилища. Помимо промыслового значения, этот вид, как потребитель мелкой рыбы, играет роль биомелиоратора. Чувствительность к дефициту кислорода, свойственная всем представителям семейства Percidae позволяет рассматривать берша как индикативный компонент ихтиофауны. Следует отметить, что состояние популяционных показателей другого представителя рода *Sander* – судака *S. lucioperca*, занимающего смежную пищевую нишу, в условиях Волжского плеса водохранилища в настоящее время ухудшилось (Кузнецов и др., 2012; Галанин и др., 2019). Исходя из этого, можно ожидать подобных изменений и у берша.

Целью работы стало изучение таких основных промыслово-биологических показателей берша верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, как размерно-весовой состав и возрастная структура в период 2017-2018 гг. Материал был собран с помощью набора ставных сетей с ячейей 24-65 мм. При работе использовались общепринятые методики (Правдин, 1966; Лакин, 1990). Размер выборки составил 211 особей (98 самок и 113 самцов) в 2017 г. и 71 особь в 2018 г. (22 самки и 49 самцов).

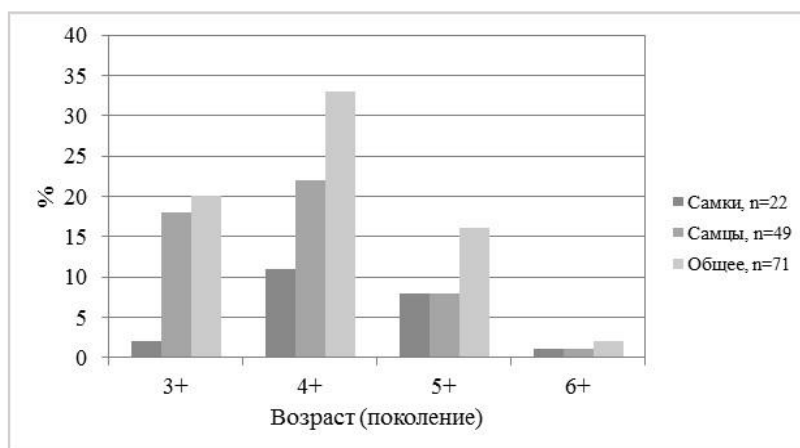
Изучаемый вид относится к сравнительно некрупным представителям ихтиофауны, особенно относительно к другому представителю рода – судаку. Если рассматривать максимальный показатель размеров в выборке как указатель на потенциальные возможности роста, следует отметить, что наши данные не демонстрируют серьезных отличий от показателей, приводимых по более ранним периодам. Так, максимальный размер особей в 2017 г. составил 35,5 см, в 2018 г. максимальные показатели длины были ниже – 29 см. Для Куйбышевского водохранилища в 1996-2000 гг. это значение сопоставимо с нашими результатами и равнялось 37,8 см (Бартош, 2006). Наши измерения показали, что значения длины рыб в выборке 2017 г. изменялись от 13,5 до 35,5 см. В 2018 г. этот показатель варьировал в пределах 18-29 см. Несмотря на эти различия в диапазоне варьирования, средние значения длины берша в оба года были практически идентичны и составили: в 2017 и 2018 гг. 23,2 и 23,8 см, соответственно. Это было обусловлено размерными показателями основной массы выловленной рыбы. В уловах преобладали рыбы с длиной от 19 до 29 см, в 2017 г. они составили 86,7% вылова (рис. 1), а в 2018 г. – 95,8% (рис. 2). По массе наблюдается сходная картина: основу вылова 2017 г. составили особи с массой 100-250 г (72%), в 2018 г. – 150-300 г (78,9%).

Важнейшим промыслово-биологическим показателем является возрастная структура. Возрастной состав выловленных в 2017 г. рыб был представлен особями 8 поколений.

Следует отметить, что были обнаружены достаточно старые рыбы в возрасте 8 лет. Исходя из того, что берш имеет относительно короткий жизненный цикл и в водохранилищах не достигает возраста более 12 лет (Евланов и др., 1998), можно характеризовать возрастную структуру как благополучную. В 2018 г. были пойманы рыбы лишь 4-х поколений. Основная масса выловленных особей была представлена рыбами в возрасте от 3+ до 6+ (94,3%) в 2017 г. (рис. 1), и в возрасте от 3+ до 5+ (97,2%) в 2018 г. (рис. 2). Сужение в 2018 г. диапазона варьирования размерно-весового состава, как и уменьшение количества учтенных возрастов, происходит при преимущественном сохранении преобладающих размерно-весовых классов и доминирующих поколений. Данное обстоятельство связано с различиями в размере выборок двух лет, когда при уменьшении количества выловленных особей естественным стало выпадение относительно малочисленных, как мелких молодых, так и крупных старшевозрастных рыб.



**Рис. 1.** Возрастная структура берша в верхней части волжского плеса куйбышевского водохранилища по материалам уловов 2017 года



**Рис. 2.** Возрастная структура берша в верхней части волжского плеса куйбышевского водохранилища по материалам уловов 2018 года

В целом, исходя из размерно-возрастного состава и возрастной структуры, можно охарактеризовать состояние популяции берша в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища как благополучное.

#### Список литературы

Бартош Н.А. 2006. Состояние рыбных ресурсов в Нижнекамском и Куйбышевском водохранилищах в начале XXI столетия. Казань. «Отечество», 181.

Галанин И.Ф., Андреева Т.В., Галанина А.П., Зиганшин И.И., Смирнов А.А. 2019. Состояние популяционных показателей судака *Sander lucioperca* верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища. Рыбное хозяйство 5: 54-58.

Евланов И.А., Козловский С.В., Антонов П.И. 1998. Кадастр рыб Самарской области. Тольятти: ИЭВБ РАН, 222.

Кузнецов В.А., Григорьев В.Н., Галанин И.Ф., Кузнецов В.В. 2012. Промыслово-биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища. Известия Самарского научного центра Российской академии наук 1 (8): 1894-1897.

Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа, 352.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: «Пищевая промышленность», 376.

## Корреляционный анализ экстерьерных показателей у производителей карпа, выращиваемых в прудах УОХ КГТУ

*Е.Ю. Семко, Т.М.Курапова*

ФГБОУ ВО «КГТУ», г. Калининград

E-mail: [semko.zhenya@mail.ru](mailto:semko.zhenya@mail.ru), [tkurapova@inbox.ru](mailto:tkurapova@inbox.ru)

**Аннотация:** Проведен анализ изменения экстерьерных показателей у производителей карпа из маточного стада, выращиваемого в прудах учебно-опытного хозяйства «Калининградского государственного технического университета» (УОХ «КГТУ»), начиная с 1990 года. На основании индексов экстерьера провели корреляционный анализ, для установления связей индекса обхвата с другими индексами.

**Ключевые слова:** самки, самцы, экстерьер, корреляционный анализ

Оценка экстерьерных показателей широко применяется для анализа рыбоводных качеств производителей карпа. Общеизвестным является связь экстерьера с продуктивными показателями (Богерук, 2002)

Для карпа традиционно рекомендуют следующие индексы экстерьера – широкоспинности, высокоспинности, обхвата, длины головы. В последнее время для оценки экстерьера рыб применяют индексы растянутости, сбитости и массивности (Хабжоков и др, 2018).

Маточное стадо карпов, выращиваемых на УОХ КГТУ, было сформировано в результате двух скрещиваний – местных беспородных культурных карпов с нивчанскими, и последующего скрещивания гибридов F1 с ропшинскими. Такое происхождение наложило специфику на экстерьер.

Измерения производителей проводили весной 2020 и 2021 гг по стандартной методике, на основании измерений рассчитали индексы: высокоспинности, широкоспинности, индекс обхвата, а также новых показателей – индекс растянутости, сбитости и массивности.

Проводя анализ экстерьерных показателей, имеющихся в литературных источниках и данных полученных в ходе исследования, можно проследить изменение их во времени, начиная с 1990 до 2021 года (табл. 1 и табл. 2) (Хрусталева, Брюханов, 2009).

**Таблица 1.** Статистический анализ экстерьерных показателей самцов карпа.

Год	Индекс высоты спины	Индекс ширины спины	Индекс обхвата	Индекс длины головы	Индекс растянутости	Индекс сбитости	Индекс массивности
Чешуйчатый фенотип							
1990	3,59±0,64	15,82±2,84	0,73±0,13	22,85±4,10	358,69±64,42	72,76±13,07	259,67±46,64
1996*	3,24	16,22	0,82	24,66	299,1	82,1	246,52
2000*	3,22±0,15	16,39±0,33	0,61±0,1	24,78±0,37	-	-	-
2006	3,32±0,89	20,24±5,41	0,77±0,21	22,95±6,13	332±88,73	76,97±20,57	255,57±68,3
2020	2,53±1,13	12,15±5,43	0,91±0,41	34,26±15,32	252,98±113,1	90,76±40,59	227,68
Разбросанный фенотип							
1990	3,85±1,16	14,99±4,74	0,67±0,2	21,60±6,83	385,85±116,3	67,07±20,22	257,95±81,57
1996*	2,99	17,3	0,76	26,25	382,85	75,63	244,67
2000*	2,97±0,30	17,03±0,28	0,72±0,13	25,55±0,70	-	-	-
2006	2,88±1,17	20,28±8,28	0,83±0,34	23,75±9,69	287,66±117,4	82,68±33,76	238±97,16
2020	2,48±0,78	11,72±5,24	0,87±0,27	29,31±9,27	247,55±78,28	86,56±27,37	214,15

**Таблица 2.** Статистический анализ экстерьерных показателей самок карпа.

Год	Индекс высоты спины	Индекс ширины спины	Индекс обхвата	Индекс длины головы	Индекс растянутости	Индекс сбитости	Индекс массивности
<b>Чешуйчатый фенотип</b>							
1990	3,54±0,50	16,47±2,31	0,73±0,1	22,35±3,13	354,26±49,61	73,17±10,25	258,1±6,14
1996*	3,24	16,68	0,77	24,75	323,96	76,97	249,35
2000*	3,19±0,07	17,10±0,61	0,78±0,1	24,91±0,33	-	-	-
2006	3,14±0,81	20,15±5,2	0,82±0,21	24,52±6,33	313,55±80,96	81,82±21,13	255,64±66,01
2019	2,45±1,1	15,21±6,8	0,89±0,4	23,62±10,57	245,41±109,75	89,05±39,82	218,33±97,64
2020	2,09±0,93	13,16±5,89	0,94±0,42	35,2±15,74	208,58±93,28	93,69±41,9	193,16±86,39
2021	3,17±1,58	13,2±6,6	0,8±0,4	34,79±17,39	317,39±158,69	80,61±40,3	253,51±126,75
<b>Разбросанный фенотип</b>							
1990	3,61±0,61	15,97±2,70	0,72±0,12	23,57±3,98	361,05±61,02	72,06±12,18	259,03±43,48
1996*	2,97	17,05	0,82	23,26	355,65	81,79	242,55
2000*	3,04±0,07	17,08±0,03	0,80±0,1	24,07±0,81	-	-	-
2006	3,22±1,22	24,7±9,34	0,86±0,3	23,04±8,71	322,24±121,83	85,89±32,46	276,67±104,57
2019	2,39±1,07	15,33±6,86	0,86±0,38	27,08±12,11	239,44±107,08	85,78±38,36	204,38±91,4
2020	2,51±0,65	12,78±3,3	0,86±0,23	26,55±6,85	251,39±64,91	85,91±22,96	216,92±57,97
2021	3,17±1,83	13,12±7,57	0,93±0,54	33,74±19,48	317,67±183,41	93,61±54,05	297,16±171,56

Оценка корреляционных связей была проведена для определения зависимости индексов высокоспинности, толщины и упитанности от индекса обхвата. Результаты представлены в таблице 3.

**Таблица 3.** Корреляционный анализ зависимости индексов

Годы промера в	Самки			Самцы		
	Индекс высокоспинности	Индекс толщины	Ку	Индекс высокоспинности	Индекс толщины	Ку
<b>Чешуйчатый фенотип</b>						
1990	-0,73	0,65	0,60	-0,87	0,56	0,75
2006	-0,59	0,03	-0,36	0,021	0,09	0,14
2020	-0,74	0,27	-0,70	-0,84	0,95	0,93
2021	-0,82	0,07	0,78	-	-	-
<b>Разбросанный фенотип</b>						
1990	-0,85	0,19	0,77	-0,91	0,35	0,88
2006	-0,24	0,04	-0,33	-0,09	-0,48	-0,1
2019	-0,86	0,28	-0,19	-0,86	0,98	0,89
2020	-0,79	0,12	0,78	-0,51	0,40	0,27
2021	-0,13	0,98	-0,01	-	-	-

Как видно из таблицы 3 индексы высокоспинности и обхвата у самок имеют обратную зависимость, которая колеблется от слабой -0,13 (2021 г разбросанный чешуйчатый покров) до сильной -0,86 (2019 г разбросанный чешуйчатый покров). Это указывает, что при уменьшении индекса обхвата увеличивается индекс высокоспинности и наоборот, при увеличении индекса обхвата уменьшается индекс высокоспинности. У самцов аналогичная картина, только слабая обратная связь в 2006 году (-0,09), а сильная в 1990 году (-0,91).

Индекс толщины имеет слабую и среднюю связь у чешуйчатых самок, только она положительная и колеблется от 0,07 в 2021 году, до 0,65 в 1990 году. А вот у разбросанных самок есть сильная зависимость между индексом обхвата и индексом толщины, но только в 2021 году и она составляет 0,98, а в остальные годы она слабая. У чешуйчатых самцов

зависимость колеблется от 0,09 в 2006 году, до 0,95 в 2020 году. У разбросанных самцов есть как слабая обратная зависимость в 2006 году (-0,48), так и сильная прямая в 2019 (0,98).

Связь индекса упитанности с индексом обхвата у чешуйчатых самок колеблется от -0,7 в 2020 году до 0,78 в 2021 году, а у разбросанных самок наоборот, сильная прямая зависимость приходится на 2020 год (0,78). У самцов не так сильно варьирует зависимость индексов, как у самок и колеблется от -0,1 в 2006 году у разбросанных особей до 0,93 в 2020 у чешуйчатых.

Согласно данным Хабжакова А.Б. и соавторов наибольшая прямая зависимость установлена между индексом обхвата и индексом высокоспинности. Также индекс обхвата имеет меньший размах вариации, нежели индексы широкоспинности и высокоспинности, а это означает, что он является более чем в 2 раза устойчивым показателем.

В соответствии с анализом полученных результатов индекс упитанности за редким исключением не имеет выраженной зависимости от индекса обхвата – он может показывать, как сильную, слабую и среднюю прямую зависимость, так и слабую, среднюю, сильную обратную зависимость. Также было установлено, что индекс высокоспинности вместо прямой зависимости имеет в 90% случаев обратную зависимость, она чаще всего средняя и сильная. Индекс толщины также за редким исключением не имеет сильной зависимости, но и обратной зависимости в отличие от индекса упитанности и высокоспинности не имеет, исключением оказались разбросанные самцы в 2006 году. Исходя из этого можно сказать, что индекс обхвата в данном случае не является устойчивым показателем.

#### **Список литературы**

Рыбоводно-биологическая оценка продуктивных качеств племенных рыб (на примере карпа). Богерук А.К. - М.: Росинформагротех, 2002. 188с.

Хабжоков А.Б., Казачев С.Ч., Исмаилов А.А. 2018. Экологическое значение индекса обхвата в селекции карпа. Вестник Алтайского государственного аграрного университета 2: 124-128.

Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Отв. ред. Хрусталева Е. И., Брюханов В. В. – Калининград: из – во «ИП Мишуткина И. В.», 2009. 198 с.



## Влияние атлантических вод на очищение Баренцева моря ото льда

*А.А. Сумкина<sup>1,2</sup>, К.К. Кивва<sup>1</sup>, В.В. Иванов<sup>2,3</sup>, А.В. Смирнов<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

<sup>2</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

<sup>3</sup>ФГБУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт», г. Санкт-Петербург

E-mail: [alexandrasumkina@gmail.com](mailto:alexandrasumkina@gmail.com)

**Аннотация:** Баренцево море (БМ) - шельфовое арктическое море с высоким темпом сокращения площади морского льда в зимний период. В связи с этим БМ в настоящее время представляет собой регион, интересный для изучения взаимодействия между атмосферой, морским льдом и океаном. В исследовании использованы данные о концентрации (сплочённости) льда Climate Data Record (CDR) NOAA/NSIDC с 1979 по 2019 г. и данные океанского реанализа GLORYS12V1 с 1993 по 2019 г. Анализ дат полного очищения ото льда для акватории Баренцева моря с использованием метода кластерного анализа HDBSCAN позволил выделить районы (кластеры) с синхронной динамикой. Ряд выделенных районов находятся на пути распространения атлантических вод (АВ) в Баренцевом море. В тезисах представлены краткие результаты исследования влияния поступающей АВ в БМ на ДПО.

**Ключевые слова:** морской лед, сплочённость, очищение акватории ото льда, изменения климата, Арктика.

Баренцево море (БМ) – шельфовое арктическое море, в котором рядом стран ведется регулярный промысел северо-восточной арктической трески. В последние десятилетия под влиянием изменения климата (Smedsrud et al., 2013) наиболее заметны изменения миграций и распределения промысловых скоплений рыб. Поэтому несомненный интерес представляет изучение влияния изменения климата на пространственное распределение рыбного промысла в Баренцевом море (Трофимов и др., 2018).

В БМ наблюдается сокращение площади морского льда зимой и увеличение притока атлантической воды (АВ). На междекадных временных масштабах показана статистическая связь между увеличением адвективного потока тепла в юго-западной части моря и уменьшением площади ледяного покрова в Баренцевом море. Дата полного очищения акватории ото льда (ДПО) – один из параметров, характеризующих изменение морского льда и его эволюцию.

Основными факторами, влияющими на изменения ДПО в БМ, являются заток теплых атлантических вод (АВ), приток через западную границу моря является ключевым внешним фактором, определяющим ледовый режим Баренцева моря.

В исследовании использованы данные о концентрации льда ClimateDataRecord (CDR) NOAA/NSIDC (Meier, 2017) с 1979 по 2019 г. Исходный массив сформирован на полярной стереографической сетке с горизонтальным разрешением 25 км × 25 км. Использован подход порогового значения (Peng et al., 2018), ДПО в заданный год в каждом узле сетки определена как день с концентрацией льда ниже 15%, после которого продолжительность периода с концентрацией льда менее 15 % была наибольшей. Для расчета адвективного потока тепла через границу Баренцева моря, остров Медвежий – Норвегия, использованы ежесуточные результаты реанализа GLORYS12V1 с 1993 по 2018 г. Адвективный поток тепла рассчитан по температуре воды и скорости горизонтального течения. Поток тепла ( $D_H$ , Вт) рассчитан как произведение аномалии температуры ( $T(z) - T_{ref}$ ), скорости течения, плотности воды, и теплоемкости при постоянном давлении, проинтегрированной по площади разреза.

Выполнен кластерный анализ рядов ДПО в каждом узле сетки методом HDBSCAN (Sander et al., 1998) – алгоритмом кластерного анализа, являющимся расширением DBSCAN (Campello et al., 2013). Мы выбирали только те узлы сетки, для которых имелось не менее 20 значений ДПО за временной интервал с 1979 по 2019 гг. В данном методе группировки необходимо задать единственный параметр – минимальное количество соседних объектов (minPts), в нашем случае узлов сетки. Для детального анализа выбран вариант для minPts = 25, содержащий 6 основных кластеров в пределах БМ. Следует отметить, что данный вариант содержал 11 кластеров, но 5 из них находились за пределами интересующей нас акватории.

Полученное распределение ДПО по всей акватории Баренцева моря с 1979 по 2019 гг. характеризуется зональной закономерностью, с более ранними датами в южной части моря. В среднем освобождение ото льда в южной части моря происходит в апреле–мае, в центральной – с конца мая по конец июня, в северной части – во второй половине июля. . Самое позднее очищение акватории ото льда наблюдалось в начале 1980х и 1989–1990 гг. С 2005 года наблюдается полное освобождение ото льда по всей акватории в апреле-мае, тогда как до 2005 года полное освобождение ото льда происходило в июле-августе. По всей акватории моря наблюдается значимый отрицательный коэффициент регрессии ДПО, за исключением района между ЗФИ и арх. Шпицберген, где этот коэффициент регрессии близок к нулю. Отрицательный коэффициент регрессии показывает, что ДПО сдвигается на более ранние сроки.

Выделенные районы ДПО, с применением метода HDBSCAN, сосредоточены в северной, северо–восточной и юго–восточных акватории Баренцева моря. Максимальный коэффициент корреляции Спирмена отмечается между потоком тепла в июле и районом ДПО на возвышенности Персея. Высокий коэффициент корреляции наблюдается также для района, находящегося вдоль западного побережья архипелага Новой Земли с потоком тепла в феврале. Значимой связи потока тепла через западную границу Баренцева моря с ДПО с районом между арх. ЗФИ и Шпицбергенем выявлено не было.

На ближайшие десятилетия прогнозируется сохранение тенденции позднего осеннего образования морского льда и более раннего весеннего очищения акватории Баренцева моря от морского льда, что свидетельствует о продолжающейся «атлантификации» приатлантической Арктики (Иванов, 2021). Важно продолжать изучение современных процессов изменения климата в Арктике и в частности ледовых условий, так как изменения в них протекают относительно быстро, что в значительной степени определяет риски ведения хозяйственной деятельности.

### Список литературы

- Трофимов А.Г., Карсаков А.Л., Ившин В.А. 2018. Изменения климата в Баренцевом море на протяжении последнего полувека. Труды ВНИРО 173: 79 – 91.
- Иванов В.В. 2021. Современные изменения гидрометеорологических условий в Северном Ледовитом океане, связанные с сокращением морского ледяного покрова. Гидрометеорология и экология 64. (в печати)
- Campello R.J.G. B., Moulavi D., Sander J. 2013. Density-based clustering based on hierarchical density estimates. Pacific-Asia conference on knowledge discovery and data mining. – Springer, Berlin, Heidelberg, 160 – 172.
- Meier W.N., Fetterer F., Savoie M., Mallory S., Duerr R., Stroeve J. 2017. NOAA/NSIDC Climate Data Record of Passive Microwave Sea Ice Concentration, Version 3. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. DOI: 10.7265/n59p2ztg
- Peng G. et al. 2018. Temporal means and variability of Arctic sea ice melt and freeze season climate indicators using a satellite climate data record. Remote Sensing 10 (9): 1328.
- Sander J. et al. 1998. Density – based clustering in spatial databases: The algorithm gbscan and its applications. Data mining and knowledge discovery 2 (2): 169–194.
- Smedsrud L.H. et al. 2013. The role of the Barents Sea in the Arctic climate system. Reviews of Geophysics 51 (3): 415 – 449.

## Сравнительный анализ ифа и "золотого стандарта" при идентификации вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани у половозрелой нерки

В.Е. Тарасов<sup>1</sup>, С.Л. Рудакова<sup>1</sup>, Е.В. Бочкова<sup>1</sup>, А.О. Шепеляковская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский,

<sup>2</sup>Филиал Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (ФИБХ РАН), г. Пущино

E-mail: [tarasov.v.e@kamniro.ru](mailto:tarasov.v.e@kamniro.ru)

**Ключевые слова:** вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани, IHNV, диагностика, моноклональные антитела, иммуноферментный анализ

**Аннотация.** В исследовании был проведен сравнительный анализ ИФА с «золотым стандартом» диагностики IHNV – тестированием на перевиваемых клеточных линиях. Проведен ряд экспериментов на полевом материале и на патматериале после инокуляции на перевиваемые клеточные линии с использованием моноклональных антител к IHNV. Проведен статистический анализ результатов ИФА, который показал низкую чувствительность и слабое соглашение со стандартом при использовании гомогената в качестве анализируемого образца, и умеренное соглашение со стандартом при использовании патматериала после инокуляции в качестве анализируемого образца.

Инфекционный некроз гемопоэтической ткани лососевых (IHN) – высококонтагиозное заболевание, вызываемое (-)РНК-вирусом семейства Rhabdoviridae рода *Novirhabdovirus*. Данный вирус отнесен к карантинным и особо опасным заболеваниям рыб приказами Минсельхоза РФ от 29 сентября 2005 года «Об утверждении перечня карантинных и особо опасных болезней рыб» и приказом Минсельхоза РФ от 9 марта 2011 года «Об утверждении перечня заразных и иных болезней животных». Помимо этого вирус входит в список болезней животных Международного Эпизоотического Бюро (МЭБ).

Лечение заболевания на данный момент не разработано, поэтому чтобы предотвратить распространение инфекции на рыбоводных предприятиях необходимо иметь высокоспецифичную систему диагностики вируса. Одной из таких систем является иммуноферментный анализ, гораздо менее трудоемкий и времязатратный вариант диагностики в сравнении с классическими методами диагностики вирусных заболеваний. Существуют зарубежные тест-системы на основе иммуноферментного анализа, однако коммерческих отечественных аналогов им на данный момент нет.

Целью нашего исследования было сравнить диагностические характеристики метода ИФА на основе моноклональных антител и перевиваемых линий клеток в качестве "золотого стандарта" при вирусологическом тестировании двух видов проб от половозрелой нерки.

Материалом для вирусологического тестирования на перевиваемых линиях клеток («золотой стандарт») и твердофазного иммуноферментного анализа на сэндвич панелях (ИФА) послужили пробы от половозрелой нерки, отобранной в бассейне р. Большая на лососевых рыбоводных заводах Озерки и Малкинский (ОЛРЗ и МЛРЗ, соответственно) и на озерах Азабачье и Курильское (Камчатка). Протестировано 120 образцов внутренних органов (почка, селезенка) и 46 образцов овариальной жидкости, итого 166 проб. Пробы отбирали и обрабатывали для вирусологических исследований на перевиваемой линии клеток ЕРС (культура клеток из эпителиальной папилломы карпа) стандартными методами (Сборник инструкций..., 1998; Fish pathology..., 2009). Подготовленную таким образом надосадочную жидкость от гомогенизированных органов использовали и для проведения

ИФА, овариальную жидкость в обоих методах использовали после центрифугирования без разведения.

Инокуляция патматериала на 96 луночные планшеты проводили одновременно с посевом клеток (Сборник инструкций..., 1998). Планшеты инкубировали при 15°C, ежедневно микроскопируя состояние клеточных культур под инвертированным микроскопом на предмет возникновения цитопатического действия вируса (ЦПД). После 7-10 дней инкубации патматериала на перевиваемой линии клеток, отбирали среду (по 300 мкл) из лунок разведения  $10^{-2}$  каждого образца для проведения повторного ИФА всех образцов.

Моноклональные антитела к вирусу ИHNV для проведения ИФА получали в ФИБХ РАН с помощью традиционной гибридомной технологии. Для иммунизации мышей линии Balb/c использовали препарат очищенного вируса штамма Archus 3247. Гибридизацию лимфоцитов гипериммунных мышей с клетками плазмоцитомы Sp2/0 проводили по методу Köhler и Milstein (1975), используя в качестве агента для слияния PEG Hybri-Max (P7777, Sigma-Aldrich). Подбор антительных пар для создания тест-системы проводили путем тестирования комбинаций из двух антител (одно антитело – «сорбирующее» – нативное антитело, а другое – «детектирующее» – конъюгированное с биотином) методом ИФА со стрептавидин-биотиновой системой. Наилучшие результаты были получены для пар ИHNV-1/ИHNV-25bio и ИHNV-3/ИHNV-25bio, которые и были использованы в данной работе.

Для проведения твердофазного ИФА использовали модифицированную методику (World organization..., 2021). В качестве положительного контроля для тестирования в ИФА использовали изолят ИHNV (коллекция «КамчатНИРО»). В качестве отрицательного контроля использовали смесь, содержащую все компоненты системы, за исключением вируса. Для сорбции моноклональных антител на твердой фазе использовали 96 луночные планшеты фирмы Greiner. Для блокирования мест неспецифического связывания антител лунки планшета заполняли фосфатным буфером, содержащим 1% сухого молока. В качестве фермента использовали конъюгат стрептавидин (HRP-ConjugatedStreptavidin). В качестве субстрата применяли 4 mM ортофенилендиамин с 0,04% перекисью водорода в цитратно-фосфатном буфере.

Гомогенат внутренних органов предварительно центрифугировали при 2000g, затем добавляли 2% Тритона X-100, после чего вносили в лунки 96-луночного планшета в двух повторностях. Материал, отобранный после заражения перевиваемых линий клеток, использовали для постановки ИФА без разведения и в одной повторности.

Оптическую плотность считывали на планшетном спектрофотометре iMark при длине волны 490 нм. Для определения предела обнаружения использовали метод «трех сигм» (Золотов и др., 2000). Величину предела обнаружения рассчитывали по следующей формуле:

$$A_{\text{ПО}} = A_0 + 3\sigma,$$

где  $A_{\text{ПО}}$  – значение сигнала, соответствующее пределу обнаружения,  $A_0$  – значение сигнала, полученного в отсутствии аналита,  $\sigma$  – стандартное отклонение  $A_0$  (Грибас, 2018).  $A_0$  определяли из достаточно большого ( $n=53$ ) числа параллельных измерений.

Для каждой пары антител определяли сигнал  $A_{\text{ПО}}$  и среднее значение  $A_0$ .

Статистическую обработку результатов ИФА и инокуляции на клеточные линии проводили в Excel 2007 и в программе OpenEpi модуль «Скрининг».

В нашей работе предел обнаружения ( $A_{\text{ПО}}$ ) был определен экспериментально согласно значениям оптической плотности в лунках отрицательного контроля и составил 0,272 ( $n=55$ ), что согласуется с экспериментальными данными других исследователей (Zeinab, 2011). Все результаты выше предела обнаружения считали положительными или ложноположительными, в зависимости от результатов тестирования на перевиваемых линиях клеток.

Анализ диагностических характеристик ИФА в зависимости от типа используемой пробы (патматериал после инокуляции на перевиваемые линии клеток и гомогенат внутренних органов) представлен в таблице 1.

ИФА при использовании патматериала после инокуляции имеет умеренное соглашение с «золотым стандартом» согласно показателю каппа Коэна (0,52), при использовании гомогената – слабое соглашение (0,23) (Landis, Koch, 1977).

**Таблица 1.** Сравнительный анализ эффективности ИФА относительно «золотого стандарта» при использовании разных типов аналитических проб.

Характеристики	После инокуляции (n=162)	Гомогенат (n=166)
Чувствительность	53,33% (40,89-65,37)	24,59% (15,51-36,68)
Специфичность	95,10% (89,03-97,89)	100,00% (98,21-100,00)
Положительная прогностическая ценность	86,49% (72,02-94,09)	100,00% (85,69-100,00)
Отрицательная прогностическая ценность	77,60% (69,53-84,02)	69,54% (61,79-76,32)
Диагностическая точность	79,63% (72,78-85,11)	72,29% (65,03-78,54)
Каппа Коэна	0,52 (0,38-0,67)	0,23 (0,16-0,30)

Примечание: n – количество обследованных проб; в скобках даны верхний и нижний 95% доверительные интервалы по методу Уилсона.

Низкая чувствительность ИФА в случае использования гомогената внутренних органов может быть связана с пространственной доступностью антигена, которая важна для формирования «сэндвич» комплекса из антител, антигена и ферментативной системы. Пространственная недоступность вируса для антител может быть связана как с низкой аффинностью самих антител и неспособностью связать антиген, так и с методом обработки анализируемого материала. На данный момент разработанная схема ИФА требует доработки и оптимизации и может быть рекомендована только для постановки предварительного диагноза, но для его подтверждения необходимо полноценное тестирование на клеточных линиях и в реакции нейтрализации.

Известно, что ИФА является высокочувствительным и специфичным методом, удобным для анализа больших количеств образцов малого объема и не требующим дорогостоящего оборудования и квалифицированного персонала. Эти преимущества особенно важны при скрининге большого количества образцов на ИHNV. В настоящее время зарубежные фирмы «Bio-X» (Бельгия), «Test-Line» (Чехия) выпускают коммерческие наборы для выявления антигена вируса ИНГТ методом ИФА, но их применение в России ограничено высокой стоимостью.

### Список литературы

Грибас А.В. 2018. Хемилюминесцентные иммуно- и олигонуклеотидные методы анализа с применением пероксидазы и пероксидаза-подобного ДНКзима: Автореф. дис. канд. хим. наук. М.:МГУ, 2018. 24 с.

Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. 2000. Основы аналитической химии. Общие вопросы. Методы разделения. Высш. шк., 359 с.

Сборник правил, инструкций и наставлений по борьбе с болезнями рыб. 1998 / М-во рыбного хоз-ва СССР. Гл. упр. ветеринарии МСХ СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыбного хоз-ва., 213 с.

Landis J.R., Koch G.G. 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 33 (1): 159-174

Köhler G., Milstein C. 1975. Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. *Nature* 256: 495–497

Orlik O., Altaner C J. 1988. Modifications of hybridoma technology which improve the yield of monoclonal antibody producing cells. *Immunol Methods*. 115 (1):55-9.

World Organization for Animal Health OIE (2021) Chapter 2.3.4.—Infectious haematopoietic necrosis, in manual of diagnostic tests for aquatic animals. OIE, Paris <http://www.oie.int/en/international-standard-setting/aquatic-manual/access-online/>.

Zeinab A., Demerdash et al., 2011. Diagnostic efficacy of monoclonal antibody based sandwich enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) for detection of *Fasciola gigantica* excretory/secretory antigens in both serum and stool. *Parasites & Vectors* 4: 176

## Особенности питания речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) в Куйбышевском водохранилище

Т.А. Тележникова<sup>1,2</sup>, Ю.А. Северов<sup>1</sup>, Р.Р. Нуретдинов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»), г. Казань

<sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет («К(П)ФУ»), г. Казань

E-mail: [tatarstanniro@vniro.ru](mailto:tatarstanniro@vniro.ru); [tamara-info@bk.ru](mailto:tamara-info@bk.ru)

**Аннотация.** Приведены данные по питанию речного окуня в Куйбышевском водохранилище по результатам уловов ставных сетей за 2018-2020 гг. В пищевом рационе окуня обнаружено 24 вида водных биоресурсов: выявлены доминантные виды, описана роль видов-вселенцев. Зафиксированы минимальный возраст (1+) и длина тела (10,5 см) окуня при переходе к хищничеству.

**Ключевые слова:** речной окунь, питание, Куйбышевское водохранилище.

В большинстве водоемов спектр питания речного окуня довольно разнообразен и представлен как беспозвоночными, так и рыбами, в том числе своего вида. В некоторых водных объектах основными компонентами питания окуня являются преимущественно беспозвоночные (Сычева, 1953; Wowszys et al., 2012), в других – первостепенное значение имеют промысловые виды рыб (Романова, 1948).

В условиях Куйбышевского водохранилища речной окунь является факультативным хищником, его спектр питания характеризуется большим многообразием представителей водных организмов и высокой изменчивостью по годам, что, в свою очередь, связано с изменением урожайности кормовых организмов (Семёнов, 2004). Несмотря на данный факт, опубликованные данные по питанию окуня в Куйбышевском водохранилище в дальнейшем в научной литературе не встречаются. В связи с этим, целью данной работы было изучение особенностей питания речного окуня в условиях современного состояния Куйбышевского водохранилища.

Сбор ихтиологического материала осуществлялся в период открытой воды с 2018 по 2020 гг. в Волжском, Волжско-Камском и Приплотинном плесах Куйбышевского водохранилища с помощью комбинированных (мультиячейных) ставных сетей, ячеей - от 20 до 50 мм, с экспозицией 1 час. Изучение питания окуня проводилось по общепринятой методике (Методическое пособие ..., 1974). Видовая принадлежность компонентов питания определялась с использованием определителей (Определитель пресноводных беспозвоночных..., 1977; Коблицкая, 1981).

Согласно проведенным исследованиям, было выявлено, что спектр питания речного окуня в Куйбышевском водохранилище в годы наблюдений составляли 24 вида гидробионтов, в том числе:

- 12 видов рыб из 6-ти семейств: сем. Окуневые (Percidae): судак - *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), берш - *Sander volgensis* (Gmelin, 1789), окунь – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), ерш - *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758); сем. Иглобые (Syngnathidae): черноморская пухлощекая рыба-игла - *Sygnathus nigrolineatus* (Eichwald, 1831); сем. Сельдевые (Clupeidae): тюлька - *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840); сем. Бычковые (Gobiidae): бычок-кругляк - *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814); сем. Карповые (Cyprinidae): лещ - *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), плотва - *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), карась - *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), уклея - *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758); сем. Вьюновые (Cobitidae): вьюн обыкновенный - *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758).



- 7 представителей донных организмов из следующих таксономических групп: Malacostraca (узкопалый речной рак - *Pontoastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)), Amphipoda, Chironomidae, Gastropoda, Trichoptera; Monodacna, Dreissena, Mysida.

- 5 видов зоопланктона из 4-х семейств: Daphniidae (*D. galeata*, *D. cucullata*), Leptodoridae (*Leptodora kindtii*), Cercopagididae (*Bythotrephes longimanus*), Cyclopidae (*Cyclops strenuous*).

В исследованных желудках окуня кроме перечисленных кормовых организмов были обнаружены мелкие камни, водоросли, а также листья рогоза.

Наиболее часто встречаемыми компонентами в питании окуня стали представители беспозвоночных из отряда Mysida (48,14%) и Amphipoda (26,21%). В массовом выражении доминантное и субдоминантное положения в рационе занимают представители ихтиофауны: речной окунь (29,00%) и бычок-кругляк (26,10%).

Впервые мизиды в пище окуня были обнаружены в 1964 г около Зольных Гор (Егерева, 1970), и далее отмечены в желудках окуней, пойманных на разных участках водохранилища (Егерева, 1975). Возрастание роли видов-вселенцев, не только мизид, но и других видов, в рационе хищных рыб Куйбышевского водохранилища также отмечается в статье Д.Ю. Семенова и Ф.М. Шакировой (2005). На сегодняшний день, виды-вселенцы (как беспозвоночные, так и рыбы) стали одним из любимых кормов для речного окуня на данном этапе развития водохранилища, составляя около 50% от его рациона.

При сравнении результатов наших исследований с имеющимися литературными данными по питанию окуня в Куйбышевском водохранилище (Чикова, 1970; Семенов, 2004), можно сделать вывод об увеличении количества видов кормовых организмов, находящихся в рационе питания окуня: 14 видов (Чикова, 1970) – 19 видов (Семенов, 2004) – 24 вида (наши данные). Наибольший ассортимент пищевых компонентов в питании, как правило, приводит к повышению устойчивости вида при не урожайности тех или иных кормовых организмов.

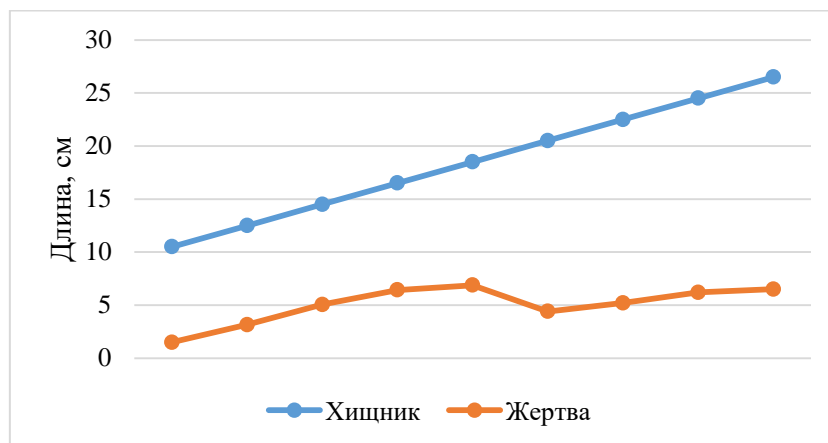
Переход речного окуня на рыбный корм у некоторых популяций наблюдается уже в течение первого года жизни (Кузнецов, 2005), у других - переход к активному хищничеству происходит в возрасте 3+ - 4+ лет (Тропин, 2020). Согласно нашим исследованиям (табл.), ихтиофауна в питании окуня начинает встречаться при достижении окунем двух (1+) лет жизни, составляя уже 21,4% от всего рациона. С возрастом доля рыбных объектов в питании окуня увеличивается и достигает наибольших значений в возрасте пяти (4+) лет – 76,6% от рациона и далее продолжает фиксироваться на уровне 70,0-71,4% от рациона старшевозрастных рыб. В исследуемых на питание выборках окуней не встречены возрастные классы рыб со 100,0% встречаемостью рыбных объектов в пищевом рационе. Следовательно, факт доступности кормовых объектов, как и факт увеличения размеров самого хищника стоят на одной ступени значимости при выборе окунем его жертвы.

**Таблица.** Спектр питания окуня в зависимости от его возраста

Возраст, лет	Частота встречаемости рыб, %	Частота встречаемости беспозвоночных, %
1 (0+)	0,0	100,0
2 (1+)	21,4	78,6
3 (2+)	66,6	33,4
4 (3+)	70,1	29,9
5 (4+)	76,6	23,4
6 (5+)	70,0	30,0
7 (6+) – 10 (9+)	71,4	28,6

Соотношение средних абсолютных размеров окуня и его жертв (рыб) в годы исследований отображены на рисунке (рис.): с увеличением размеров хищника прослеживается увеличение средних размеров его жертвы, о чем свидетельствует высокая положительная корреляционная связь ( $r = 0,7$ ).





**Рисунок.** Соотношение средних абсолютных размеров хищника и его жертвы

Согласно полученным результатам, минимальный размер тела окуня, в желудке которого обнаружены представители ихтиофауны составляет 10,5 см. А в целом средний размер жертвы окуня-хищника составляет  $5,1 \pm 0,2$  см при варьировании длины жертвы от 1,5 до 13,5 см.

В заключении хотелось бы отметить, что в некоторых регионах России, например, в Северном Каспии (Иванова, 1956) окуня не раз признавали «вредной рыбой» и, были рекомендованы меры по снижению его численности, в связи с поеданием окунем большого количества молоди промысловых видов рыб (сазана, воблы и леща). В условиях Куйбышевского водохранилища, считается, что речной окунь выполняет функцию биологического мелиоратора (Семенов, 2004), потребляя молодь мелких и второстепенных видов рыб, он приводит в равновесие все звенья пищевой цепи, регулирует соотношение, как видов-жертв, так и свою собственную молодь (Семенов, Шакирова, 2005), о чем свидетельствуют и результаты наших исследований.

### Список литературы

- Егерова И.В. 1970. Краткие итоги работ по акклиматизации кормовых беспозвоночных. Труды Татарск. отд. ГосНИОРХ 11: 48-50.
- Егерова И.В. 1975. Акклиматизация мизид в Куйбышевском водохранилище и их роль в питании окуневых рыб. Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР // Изв. ГосНИОРХ 105: 232–237.
- Иванова М.Н. 1956. Некоторые данные о питании окуня в различных зонах дельты Волги. Вопросы ихтиологии 7: 96-105.
- Коблицкая А.Ф. 1981. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 208 с.
- Кузнецов В.А. 2005. Рыбы Волжско-Камского края. Казань. Изд. «Kazan-Kazan», 208 с.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: «Наука», 1974. 254 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Наука, 1977. 510 с.
- Романова Г.П. 1948. Питание рыб в Нижнем Енисее. Тр. Сибирск. отд. Всесоюзн. н.-и. ин-та озерн. и речн. рыбн. хоз-ва, (ВНИОРХ) 7 (2): 132 с.
- Семенов Д.Ю. 2004. Экология окуня (*Perca fluviatilis* L.) центральной части Куйбышевского водохранилища. Афитореф. на соискание уч. степени кандидата биологических наук, Ульяновск: УлГУ, 2004. 22 с.
- Семенов Д.Ю., Шакирова Ф.М. 2005. Виды-вселенцы в питании окуня *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 Куйбышевского водохранилища. Тезисы докладов 2-го междунаро. Симпозиума по изучению инвазийных видов. Рыбинск-Борок. 169-170.

Сычева А.В. 1953. Питание рыб низовьев реки Ангары. Труды ИГУ. Серия биологическая 7 (1-2): 83-97.

Тропин Н.Ю. 2020. Эколого-биологические особенности и промысловое значение речного окуня (*Perca fluviatilis* L., 1758) в крупных рыбохозяйственных водоемах Вологодской области. Автореф. диссертации на соискание уч. степени канд. биол. наук. Томск, 23 с.

Чикова В.М. 1970. Питание окуня (*Perca fluviatilis* L.) в осушной зоне приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища. Вопросы ихтиологии 10 3 (62) 462-468.

Bowszys M., Wziatek B., Gorska E. 2012. Feeding of small-sized European perch, *Perca fluviatilis*, in a littoral zone of a restored lake. Ecohydrology and hydrobiology 12 (3): 243-251.

## Гельминты молоди воблы *Rutilus rutilus caspicus* в северной части Каспийского моря

Н.Ю. Терпугова<sup>1</sup>, А.В. Конькова<sup>2</sup>, А.Э. Лахтина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

<sup>2</sup>Астраханский государственный университет (ФГБОУ ВО «АГУ»), г. Астрахань

<sup>3</sup>Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань

E-mail: [n.terpugova@bk.ru](mailto:n.terpugova@bk.ru)

**Аннотация:** в статье представлены результаты гельминтологического исследования молоди воблы в северной части Каспийского моря в период 2018–2020 гг.

**Ключевые слова:** вобла, сеголетки, годовики, гельминты, Каспийское море

Одной из возможных причин сокращений рыбных запасов в Волго-Каспийском регионе является развитие у них паразитарных заболеваний (Конькова, 2018). Последствия неблагоприятного воздействия паразитов проявляются на начальных периодах онтогенеза гидробионтов. Некоторые паразитические организмы не только провоцируют ухудшение физиологического состояния молоди рыб, но и могут стать причиной её гибели, что сопровождается значительным снижением эффективности естественного воспроизводства. Покатная миграция молоди является важнейшим этапом в жизненном цикле у многих видов рыб, в частности у воблы *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870). В этот период происходят существенные изменения в организме, обусловленные переходом из речной системы в морскую зону, где молодые особи находят благоприятные условия для своего роста и развития. В период нагула у молоди начинается активное питание, что, несомненно, отразится на характере гельминтофауны и видовом составе, экстенсивности и интенсивности инвазии. В связи с этим целью настоящей работы было изучение гельминтофауны молоди воблы на акватории Северного Каспия.

Материалом для работы служили результаты паразитологического обследования молоди воблы, выловленной в северной части Каспийского моря в период 2018–2020 гг. Работы были проведены согласно общепринятым в паразитологии методам (Быховская-Павловская, 1985). Методом неполного паразитологического анализа было исследовано 3345 экз. сеголеток и 2047 экз. годовиков воблы, выловленных 4,5 м тралом в летний и осенний период.

Результаты проведенных исследований показали, что у молоди воблы было зарегистрировано пять паразитических видов, относящихся к двум классам: Trematoda (*Apophallus muehlingi*, *Posthodiplostomum cuticola*) и Nematoda (*Anisakis schupakovi*, *Eustrongylides excisus*, *Contracaecum* sp.) (табл.).

**Таблица.** Паразитофауна молоди воблы (сеголетки и годовики) в северной части Каспийского моря

Возрастная группа	Вид паразита	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
		ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
сеголетки (0 <sup>+</sup> )	<i>A. muehlingi</i>	0,00	0	0,00	0,63	1-2	0,01	1,01	1-2	0,01
	<i>P. cuticola</i>	4,20	1-5	0,06	1,80	1-4	0,02	0,50	1-1	0,01
	<i>A. schupakovi</i>	0,19	1-2	0,01	0,08	1	0,01	0,00	0	0,00
	<i>E. excisus</i>	0,00	0	0,00	0,08	1	0,01	0,10	1	0,01

	<i>Contracaecum</i> <i>sp.</i>	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,10	1	0,01
годовики (1)	<i>A. muehlingi</i>	0,85	1-10	0,05	3,42	1-9	0,07	1,28	1-10	0,03
	<i>P. cuticola</i>	11,94	1-20	0,26	3,88	1-6	0,05	2,00	1-11	0,05
	<i>A. schupakovi</i>	0,08	1	0,00	0,91	1	0,01	0,55	1-1	0,01

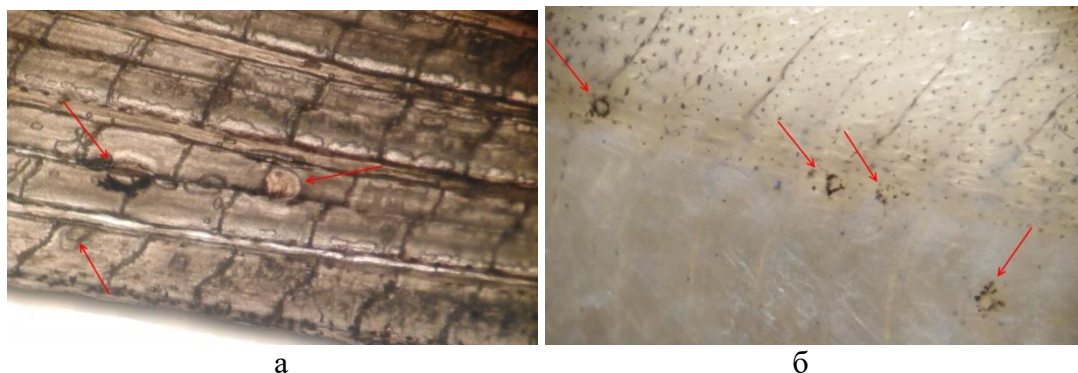
В течение всего исследуемого периода (2018-2020 гг.) у молоди воблы регистрировали пресноводную трематоду *P. cuticola*. Уровень заражения данным гельминтом у обследованных сеголеток в среднем составлял  $2,10 \pm 1,08$  %, при этом интенсивность инвазии была не высокой (1-5 экз.) и не достигала летальной дозы (Бисерова, 2005). В дальнейшем в связи с нагулом и развитием рыбы в Каспийском море у годовиков воблы встречаемость *P. cuticola* увеличивалась почти в 3 раза (в среднем ЭИ- $5,94 \pm 3,04$  %) и в отдельных случаях интенсивность инвазии достигала 20 экз. на рыбу. Паразит локализовался на кожных покровах, жаберных крышках и плавниках у обследованных рыб (рис. 1).



**Рис. 1.** Трематода *Posthodiplostomum cuticola* на кожных покровах и на жаберной крышке молоди воблы в северной части Каспийского моря

Поскольку первый промежуточный хозяин *P. cuticola* является моллюск *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758), который предпочитает стоячую воду, то заражение молоди происходит в речных водоёмах во время покатной миграции, а именно в авандельте Волги (Конькова, 2019).

Другой представитель из класса трематод *A. muehlingi* также встречался ежегодно, исключение составил в 2018 г. (табл.). Наиболее часто паразит встречался у годовиков воблы (ЭИ- $1,84 \pm 0,79$  %) и интенсивность инвазии составляла от 1 до 10 экз. Максимальные значения инвазии годовиков пораженной трематодой *A. muehlingi* зарегистрированы в 2019 г. (ЭИ-3,42 %). Данное обстоятельство объясняется тем, что в 2019 г. весенний паводок был призван экстремально маловодным, что не позволило залить водотоки дельты и авандельты Волги необходимым количеством воды для расселения промежуточного хозяина – моллюска *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer, 1828). Тесный контакт молоди воблы с личинками вышеуказанным паразитом позволил увеличить инвазию с одним из возбудителей чернопятнистой болезни рыб. Метациркурии трематод *A. muehlingi* локализовались в мышечной ткани и во всех плавниках обследованных рыб (рис.2).



а

б

**Рис. 2.** Трематода *Aporhalls muehlingi* у молоди воблы в северной части Каспийского моря:  
а – на хвостовом плавнике; б – в мышечной ткани

Наряду с представителями трематод паразитофауна молоди воблы также включала представителя класса нематод – *A. schupakovi*. Круглые черви были отмечены как у сеголеток, так и у годовиков воблы. При этом в последней группе доля инвазированных рыб была незначительно выше ( $0,51 \pm 0,24$  % против  $0,09 \pm 0,05$  % у сеголеток). Связано это было с увеличением продолжительности нахождения молоди рыб (первого года жизни) в морской зоне и, соответственно, повышением вероятности контакта паразита солоноватоводного комплекса с хозяином второго порядка (рыбой) (Конькова, 2016). Личинки *A. schupakovi* паразитировали на внутренних органах и в брюшной полости рыб (рис. 3), интенсивность инвазии при этом была 1-2 экз.



**Рис. 3.** Нематода *Anisakis schupakovi* в брюшной полости годовика воблы в северной части Каспийского моря

Личинки круглых червей *Contracaecum sp.* зарегистрированы только в 2020 г. у 0,10 % сеголеток воблы при единичной интенсивности инвазии.

В последнее десятилетие нематода *E. excisus* широко распространилась у половозрелых промысловых видов рыб в Волго-Каспийском бассейне, вследствие чего провоцируя заболевание эустронгилидоз у некоторых представителей ихтиофауны (Володина и др., 2015; Воронина и др., 2021). Стоит отметить, что ранее данные круглые черви не встречались у младших возрастных групп и заражение отмечали только у двухгодовиков леща (Конькова, 2018). Так в паразитологических исследованиях нематода *E. excisus* наблюдалась у сеголеток в последние два года исследований (2019-2020 гг.). Экстенсивность инвазии была низкой (в 2019 г. – ЭИ-0,08 %; в 2020 г. – ЭИ-0,10 %) с единичной интенсивностью инвазией. Нематода локализовалась в свободном состоянии в полости тела обследованных рыб (рис. 4).



**Рис. 4.** Нематода *Eustrongylides excisus* в полости тела сеголеток воблы в северной части

В целом, гельминтофауна молоди воблы в северной части Каспийского моря объединяла пять видов паразитических организмов. Все выявленные гельминты встречались ежегодно и находились на уровне бессимптомного паразитоносительства, за исключением нематоды *E. excisus*, которые активно развивается на обследованных биотопах, и могут провоцировать заболевание у рыб.

#### Список литературы

Бисерова Л.И. 2005. Трематоды *Aporhynchus muehlingi* и *Rossicotrema donicum* – паразиты рыб дельты Волги. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 24 с.

Володина В.В., Конькова А.В., Воронина Е.А. 2015. Инвазионные заболевания промысловых видов рыб дельты Волги. Рыбное хозяйство 4: 91-93.

Воронина Е.А., Терпугова Н.Ю., Володина В.В. 2021. Заболевание промысловых видов рыб дельты Волги. Актуальные вопросы ветеринарной биологии 1 (49): 18-24.

Конькова А.В. 2016. Ихтиопатологическое состояние молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) и воблы *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870) Волго-Каспийского района: автореф. дисс. канд. биологических наук. М.: - 24 с.

Конькова А.В., Иванов В.П., Федорова Н.Н., Чепурная А.Г. 2018. Паразитофауна и болезни молоди леща и воблы дельты Волги и северной части Каспийского моря: Монография. Изд-во КаспНИРХ. 211 с.

Конькова А.В., Солохина Т.А., Терпугова Н.Ю. 2019. Паразиты молоди рыб дельты реки Волги. Паразитология 53 (6): 483-505.



## Кумжа (*Salmo trutta* L.) р. Поной Мурманской области

А.В. Ткаченко

Полярный филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ПИНРО»), г. Мурманск  
E-mail: [tkach@pinro.ru](mailto:tkach@pinro.ru)

**Аннотация.** На основе полевых исследований изучены размерно-массовые и возрастные характеристики кумжи (*Salmo trutta* L.) из любительских уловов на р. Поной Мурманской области в 2016-2020 гг. Проведено сравнение статистики вылова с ретроспективными данными. В результате анализа данных сделано предположение, что состояние запасов кумжи в бассейне р. Поной находится в удовлетворительном состоянии, популяция не подвержена интенсивному воздействию как легального, так и нелегального промысла и, поэтому ее структура близка к естественной и характеризуется наличием крупных особей и широким возрастным рядом.

**Ключевые слова:** кумжа, размерно-массовые характеристики, возрастная структура, статистика рыболовства.

Кумжа – один из наиболее ценных и широко распространенных представителей ихтиофауны в водоемах Кольского п-ова, подверженных воздействию интенсивного промысла. Не является исключением р. Поной. В среднем и нижнем течении реки находятся рыболовные лагеря, которые в настоящее время посещают сотни любителей-рыболовов. Лососевые виды рыб интенсивно облавливаются в основном русле и притоках на протяжении всего рыболовного сезона и испытывают повышенную промысловую смертность (Прусов, 2004). Организация рационального рыболовства невозможна без изучения объектов промысла, что вызывает необходимость наблюдения за основными параметрами, характеризующими состояние популяции (средний возраст и размеры рыб, количество возрастных групп, анализ любительского рыболовства), поэтому основная задача настоящего исследования состоит в том, чтобы оценить современное состояние популяции кумжи (*Salmo trutta* L.) р. Поной Мурманской области.

Основой исследования послужили материалы, собранные с конца мая по начало октября 2016-2020 гг. в нижнем течении реки – от впадения р. Колмак до устья р. Поной (~100 км). Объектом исследования являлась кумжа (*Salmo trutta* L.), в основном проходная (морская) форма, встречающаяся как прилов при любительском лове атлантического лосося, который проводится по принципу «поймал-отпустил». Сбор и обработка материалов проводилась по стандартным методикам (Правдин, 1966; Смирнов, Шустов, 1978).

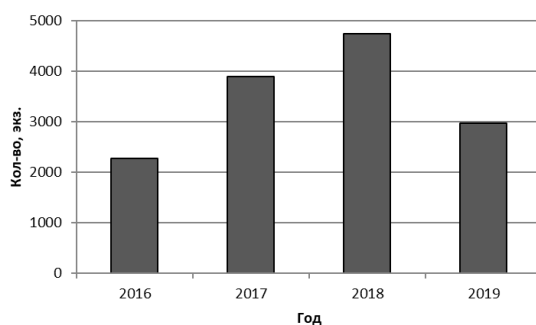
Проходная (морская) форма кумжи, в бассейне р. Поной, относится к летней и осенней расам. Ход летних рыб начинается сразу после ледохода и продолжается до середины июня, ход осенней кумжи начинается с середины августа до середины сентября. Зимний период кумжа проводит в эстуарной зоне и через год уходит на нагул в море, нагуливаясь в основном в прибрежной части (Крылова, 2003). Кумжа является пластичным видом и способна приспосабливаться к обитанию в различных водоемах, что приводит к вариациям размерно-массовых характеристик (таблица 1).

Проведенные исследования показали, что для современной популяции кумжи р. Поной характерно увеличение средней массы производителей, поскольку по данным собранным на РУЗ (рыбоучетное заграждение) в 1977-1990 гг., длина производителей кумжи варьировала от 29 до 53,3 см, а средняя масса колебалась от 0,7 до 0,9 кг (Лукин, 2009).

**Таблица 1.** Размерно-массовая структура популяции кумжи р. Поной в 2016-2020 гг.

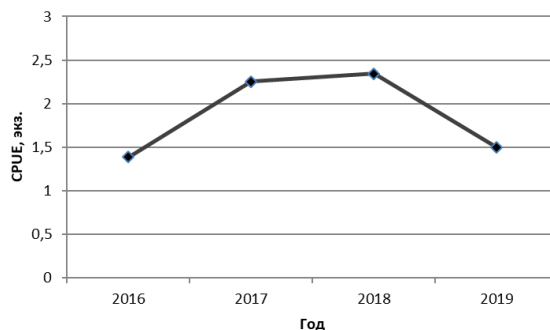
Год	Длина АС, см			Вес, кг		
	Сред.	Min	Max	Сред.	Min	Max
2016	47,6	31,0	65,0	1,2	0,3	2,9
2017	49,1	38,0	63,0	1,2	0,5	2,5
2018	48,5	31,0	65,0	1,3	0,3	3,3
2019	48,1	32,0	67,0	1,1	0,5	2,9
2020	50,5	40,0	62,0	1,3	0,5	2,6

В 2016-2019 гг. любительское и спортивное рыболовство в нижнем течении р. Поной осуществлялось с конца мая по начало октября, с перерывом на несколько недель в июле, максимальное количество поимок отмечалось в 2018 г. и составило 4738 экз., а в остальные годы уловы кумжи колебались от 2278 экз. в 2016 г. до 3884 экз. в 2017 г. (рисунок 2). В 1977-1990 гг. ежегодные уловы кумжи на РУЗ изменялись в пределах от 21 до 4036 экз. (Лукин, 2009). Средний вылов в 2016-2020 гг. составил 3465 экз. и более чем в два раза превысил средний вылов на РУЗ за период 1977-1990 гг. (1229 экз.). В связи с пандемией Covid-19 любительское рыболовство на рыболовных участках нижнего течения бассейна р. Поной в 2020 г. осуществлялось эпизодически, рыболовное усилие было значительно ниже по сравнению с предыдущими годами, поэтому данный год в расчетах не учитывался.



**Рис. 2.** Уловы кумжи по принципу «поймал-отпустил» на участке от р. Колмак до устья р. Поной в 2016-2019 гг., экз.

Вылов на единицу усилия (CPUE-экз./удочка/день) на участке исследования в 2016-2020 гг. в среднем составил 1,9 экз. на одного рыбака в день (рисунок 3), при максимальных значениях в 2017 г. – 2,3 экз., и минимальных в 2016 г. – 1,4 экз. на одного рыболова в день.



**Рис. 3.** Вылов на единицу усилия кумжи при лове по принципу «поймал-отпустил» в 2016-2019 гг., экз. на одного рыболова в день

Возрастная структура производителей проходной (морской) кумжи р. Поной в 2016-2018 гг. в основном представлена рыбами с абсолютным возрастом 6+ - 8+ лет (таблица 2).



Анализ возраста кумжи из уловов 2016-2018 гг. показал, что рыба проводит в реке от 3 до 5 лет, после чего скатывается в море, где может нагуливаться до 4 лет. Также встречались рыбы, по чешуе которых невозможно отличить речной и морской периоды жизни. Вероятно, это объясняется тем, что они скатываются в эстуарную зону на первом году жизни и нагуливаются там до наступления половозрелости (Лукин, 2009).

**Таблица 2.** Возрастная структура производителей кумжи в р. Поной в 2016-2018 гг.

Год	Возрастная структура, %									PS*
	абсолютный возраст, лет									
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	
2016	2,1	-	14,9	51,1	19,1	8,5	2,1	2,1	-	-
2017	-	-	3,7	18,5	25,9	29,6	5,6	-	-	16,7
2018	-	-	6,3	25,0	22,3	13,6	17,5	1,5	2,5	11,3

\*PS – рыбы уже нерестовавшие («previous spawning»).

Анализ собранных данных, позволяет оценить состояние запасов кумжи в бассейне р. Поной как удовлетворительное, популяция кумжи не подвержена интенсивному воздействию как легального, так и нелегального промысла и, поэтому ее структура близка к естественной и характеризуется наличием крупных особей и широким возрастным рядом. В реке встречаются особи, ведущие исключительно «речной» образ жизни, рыбы с «морским» и «смешанным» нагулом. Проведенные в 2016-2020 гг. исследования показали, что наблюдается увеличение средней массы производителей кумжи, по сравнению с ретроспективными данными. Среднее количество поимок производителей кумжи за период наблюдений в 2016-2019 гг. при любительском и спортивном рыболовстве в нижнем течении р. Поной по принципу «поймал-отпустил», значительно превышает аналогичные показатели при промышленном лове на РУЗ р. Поной в 1977-1990 гг.

#### Список литературы

- Крылова С.С. 2003. Кумжа (*Salmo trutta* (L.)) Кольского полуострова: Автореф. канд. дис. Петрозаводск. 19 с.
- Лукин А.А., Крылова С.С. 2010. Биологическая характеристика кумжи (*Salmo trutta* (L.)) некоторых водоемов Кольского полуострова. *Вопр. ихтиологии* 50 (5): 643-651.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 367 с.
- Прусов С.В. 2004. Атлантический лосось (*Salmo salar* L.) реки Поной (экология, воспроизводство, эксплуатация): Автореф. канд. дис. Петрозаводск. 24 с.
- Смирнов Ю.А., Шустов Ю.А. 1978. Оценка производительности нерестово-выростных угодий лососевых рек. Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л., 65-70.

## Эвтрофирование вод прибрежной акватории Балтийского моря в летний период 2014-2019 гг.

*Трофимова В.В., Артамонова К.В.*

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: [trofimova.vv@list.ru](mailto:trofimova.vv@list.ru)

**Аннотация.** В работе рассматриваются особенности пространственного и вертикального распределения содержания растворенного кислорода, сероводорода и концентрации биогенных элементов в прибрежной акватории Балтийского моря (от побережья Самбийского полуострова (Калининградская область) до района Гданьской котловины) в летний период 2014-2019 гг., а также проанализирована изменчивость гидрохимических условий за исследуемый период.

**Ключевые слова:** Балтийское море, биогенные элементы, растворённый кислород, стехиометрическое соотношение, эвтрофирование вод, воды Калининградской области.

Эвтрофирование вод - важнейшая экологическая проблема современной Балтики, связанная с поступлением с материковым стоком большого количества биогенных элементов, органического и взвешенного вещества. Это приводит к увеличению мутности, к истощению запаса растворенного кислорода и образованию сероводорода, что оказывает губительное воздействие на всю экосистему Балтийского моря.

Гидрохимический режим, Балтийского моря отличается неустойчивостью и обусловлен уникальным комплексом факторов: ограниченным водообменом с Северным морем и мощным материковым стоком, формирующим основную специфику Балтики — устойчивую стратификацию вод с затрудненным вертикальным обменом между слоями, что приводит к образованию в периоды стагнаций бескислородных зон в глубоководных котловинах с последующим накоплением в них сероводорода (Гидрометеорология и гидрохимия морей, 1994).

Истощение запасов растворенного кислорода оказывает губительное воздействие на всю экосистему Балтийского моря, богатую ценными видами рыб. При концентрации растворенного кислорода около 1,5 мл/л рыбы начинают мигрировать в районы с большим содержанием кислорода, а при более низких концентрациях многие виды погибают. При этом с материковым стоком происходит постоянное поступление как минерального, так и органического вещества в верхний фотический слой, а ниже — его разложение до минеральных форм с потреблением растворенного кислорода. Такое перераспределение гидрохимических параметров без дополнительного затока свежих вод приводит к полному исчезновению растворенного кислорода и к образованию сероводорода. В связи с этим, целью данного исследования было изучение гидрохимического состояния экосистемы вод прибрежной акватории Балтийского моря (от побережья Самбийского полуострова (Калининградская область)) и ее изменчивости за исследуемый период.

В основу проведенной работы были положены гидрохимические данные (растворенный кислород, сероводород и биогенные элементы), полученные на гидрологических разрезах от побережья Самбийского полуострова до района Гданьской котловины в июле-августе 2014-2018 гг., а также использовалась информация за летний период 2019 г. по гидролого-гидрохимическому состоянию вод Балтики Института Лейбница, представленная в открытом доступе (<https://www.io-warnemuende.de>). Все исследуемые гидрохимические показатели определялись по стандартным методикам из руководства по редакции В.В. Сапожникова (2003).

Показано, что вертикальное распределение гидрохимических показателей хорошо согласовалось с термохалинной структурой вод, выделялось два основных слоя: хорошо

аэрированный верхний перемешанный (до верхней границы галоклина) с минимальными концентрациями биогенных элементов, и придонный слой, занятый Североморской глубинной водой, залегающей в Гданьской котловине на глубинах свыше 65 м и характеризовавшейся низким содержанием растворенного кислорода и высокими концентрациями фосфатов, силикатов и нитратов.

Получено, что содержание растворенного кислорода в поверхностном слое исследуемой акватории соответствовало среднесезонному летнему минимуму и составляло 6-7 мл/л (при насыщении 110-120%), при этом минимальные его концентрации наблюдались в июле-августе 2018 г. и были связаны с аномально высокой температурой воды, достигавшей 25,5°C.

Установлено, что поверхностные воды прибрежной акватории Самбийского полуострова в июле-августе 2014-2019 гг. характеризовались высоким содержанием силикатов (до 42  $\mu\text{M}$ ) и фосфатов (до 0,35  $\mu\text{M}$ ), что связано с влиянием материкового стока. При удалении в сторону мористой части исследуемой акватории их концентрации уменьшались (до 12-15  $\mu\text{M}$  и до аналитического нуля, соответственно). В то же время в летний период наблюдалось полное потребление нитратов, содержание которых на большей части исследуемой акватории достигало нулевых концентраций, а минеральная форма азота в основном была представлена аммонийным (до 1  $\mu\text{M}$ ). Получено, что максимальные концентрации растворенного кремния, фосфатов и нитратов в поверхностном слое наблюдались в районе Балтийского канала и достигали 78,6  $\mu\text{M}$ , 0,35  $\mu\text{M}$  и 0,42  $\mu\text{M}$ , соответственно, при этом соотношение N/P падало до 1-4, в то время как на большей части исследуемой акватории оно не превышало 6-7. Рассчитано, что первичная продукция в прибрежной акватории Балтийского моря не превышала 1,69 гС/м<sup>3</sup> в сутки.

Установлено, что максимальная межгодовая изменчивость гидрохимических показателей была характерна для придонного слоя в районе Гданьской котловины. По полученным наблюдениям выявлены три разные ситуации по гидрохимическим условиям в глубинных водах Гданьской котловины: благоприятные с высоким содержанием растворенного кислорода и более низкими концентрациями биогенных элементов в июле-августе 2014 г. и 2016 г.; промежуточная ситуация с уже нарастающим дефицитом кислорода и более высокими концентрациями фосфатов и кремния в июне-августе 2015 г. и 2017 г.; бескислородные условия во всем слое североморских вод Гданьской котловины ниже 85-90 м, характеризующиеся наличием сероводорода с концентрациями более 1 мл/л (июле-август 2018-2019 гг.) и очень высокими концентрациями силикатов (200 - 220  $\mu\text{M}$ ) и фосфатов (5,0-6,16  $\mu\text{M}$ ).

Таким образом, по полученным данным с 2014 по 2019 гг. наблюдалось ухудшение гидрохимических условий в глубинных водах, а в прибрежной акватории - эвтрофирование вод, которое особенно активно отмечалось в водах Балтийского канала.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ-РГО проект №17-05-41029.

### Список литературы

Гидрометеорология и гидрохимия морей (Проект «Моря СССР») / ГОИН и др. СПб.: Гидрометеоздат, 1994. Т. 3. Балтийское море. 436 с.

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана / Под ред. Сапожникова В. В. М.: ВНИРО, 2003. 202 с.

<https://www.io-warnemuende.de>

## Размерно-массовые показатели грациозного краба декоратора *Oregonia gracilis* о. Парамушир в летний период 2021 г.

Т.Ю. Углова<sup>1</sup>, А.В. Соколов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

<sup>2</sup>Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск

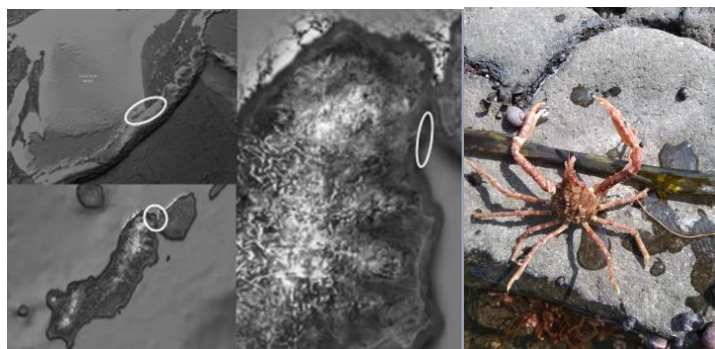
E-mail: [Tasha-ug@yandex.ru](mailto:Tasha-ug@yandex.ru)

**Аннотация:** Представлены результаты исследования размерно-массовых показателей самцов краба декоратора *Oregonia gracilis* обнаруженных от мыса Опорный до мыса Крепкий острова Парамушир северные Курильские острова (Сахалинская область) в июне - августе 2021 г.

**Ключевые слова:** Размерно-массовые показатели, краб декоратор, *Oregonia gracilis*, северные Курильские острова, остров Парамушир.

Краб декоратор *Oregonia gracilis* является неотъемлемой частью биоценоза прибрежной зоны о. Парамушир. Ареал распространения доходит до 436 м от приливной зоны. Грациозный краб входит в рацион питания морских млекопитающих, тихоокеанского палтуса, осьминогов и других хищников прибрежной зоны.

В настоящей работе приведены результаты исследований проведенных в июне-августе 2021 г. в прибрежной зоне во время отливов в районе от мыса Опорный до мыса Крепкий острова Парамушир северные Курильские острова (Сахалинская область) (рис.).



**Рис.** Карта района исследований; Краб – декоратор *Oregonia gracilis*

Полный биологический анализ крабов включал в себя: определение пола по строению абдомена. Измерение ширины карапакса (ШК) производилось по наибольшей ширине с точностью до 1 мм. Взвешивание производилось на электронных тензометрических для статистического взвешивания весах марки Мидл ЕНА501 «Ингредиент» Max = 100 г. с точностью до 0,01 г. Определение стадий личиночного цикла выполняли в соответствии с Руководством Родина с соавторами (1979) по изучению ракообразных. Регистрацию наличия повреждений производили с помощью визуальной оценки.

Всего нам удалось проанализировать 185 особей самцов краба *Oregonia gracilis*. Данные размерно массовых показателей представлены в таблице.

**Таблица.** Размерно - весовые характеристики краба *Oregonia gracilis*, исследуемого, в прибрежной зоне о. Парамушир в июне-августе в 2021 г.

дата	Кол-во ♂, экз.	ШК, мм	Масса, мг	Стадия линьки (доля, %)			
				3.0	3.1	3.2	4
09.06.	22	<u>20,85</u> 20,0-21,7	<u>3,34</u> 3,32-3,36	-	-	100	-
15.06.	71	<u>21,90</u> 14,0-31,0	<u>5,58</u> 1,4-10,0	1,4	-	97,2	1,4
23.06.	25	<u>18,04</u> 10,0-23,0	<u>4,39</u> 1,25-6,99	-	40	60	-
30.06	37	<u>21,3</u> 20,0-22,0	<u>5,6</u> 5,23-6,16	-	100	-	-
06.07.	16	<u>20,66</u> 17,0-24,0	<u>6,1</u> 1,42-8,91	-	16,7	66,6	16,7
01.08	14	<u>19,8</u> 18,0-22,0	<u>4,7</u> 3,5-5,4	-	-	100	-

Примечание: стадии личиночного цикла определяли в соответствии со следующей шкалой: 3 стадия – панцирь твердый, полностью окрепший. 3.0 (третья ранняя) – базиподиты белого или серого цвета, без царапин или с наличием слабых царапин. 3.1 (третья промежуточная) – базиподиты желтого или светло-коричневого цвета, на них и на нижней поверхности мерусов заметны царапины. 3.2 (третья поздняя) – базиподиты коричневого, темно-коричневого цвета, исчерчены царапинами. Стадия 4 – панцирь старый, базиподиты темно-коричневого или черного цвета, сильно исчерчены царапинами и обрастаниями.

Все самцы на протяжении всего периода исследований встречались в основном на третьей промежуточной стадии личиночного цикла, базиподиты желтого или светло-коричневого цвета, на них и на нижней поверхности мерусов отмечалось наличие царапин. Среди самцов было отмечено 42,3 % особей с повреждениями конечностей. Регенерация у особей с поврежденными конечностями отмечалась у 40 %.

#### Список литературы

Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И., Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарская О.А., Федосеев В.Я. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. Владивосток: изд-во «ТИНРО», 59 с.

## Сравнительная оценка роли и влияния любительского рыболовства на состояние запасов водных биоресурсов реки Волга в границах Волгоградской области в 2020 г.

*А.А. Филипенко, Н.В. Куценко, А.Н. Науменко*

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»), г. Волгоград

E-mail: [nikolaykucenko@mail.ru](mailto:nikolaykucenko@mail.ru)

**Аннотация.** В рамках выполнения прикладных научных исследований в 2020 г. сотрудниками Волгоградского филиала ФГБНУ «ВНИРО» были проведены работы по изучению влияния любительского рыболовства на состояние водных биологических ресурсов реки Волга в границах Волгоградской области. На основе натурных исследований (прямого учета) проведена оценка численности рыболовов-любителей, посетивших реку, а также качественный и количественный состав их уловов. По полученным данным, выполнен расчет общего вылова рыбы рыбаками-любителями, а также средний вылов на одного рыбака. Определены основные объекты любительского рыболовства, исследованы их основные биологические характеристики, такие как размер и масса тела. Выполнена оценка соответствия вылова рыбаками-любителями водных биологических ресурсов нормам Правил рыболовства.

**Ключевые слова:** река Волга, Волгоградская область, любительское рыболовство, водные биологические ресурсы, Правила рыболовства

В зону ответственности ВолгоградНИРО входит участок реки Волга от Волжской ГЭС (имени XXII съезда КПСС) до границ с Астраханской областью, его протяженность составляет около 90 км, которые проходят непосредственно в границах города Волгограда. Удобные подъезды автотранспорта к водоему способствуют развитию рекреационного рыболовства.

Сбор сведений о количестве рыбаков и вылове ими ВБР в 2020 году показал, что общий вылов рыбы рыбаками-любителями на реке Волга в границах Волгоградской области составил 27801,9 т, со средним выловом на 1 рыбака – 1,89 кг. Действующими правилами рыболовства установлена норма вылов для большинства видов рыб в размере – до 10 кг (общий суточный вылов для всех видов рыб не более 10 кг);

По расчетным данным, за это время рассматриваемый участок реки Волга посетили 14647 рыбаков-любителей. Плотность рыбаков-любителей на единицу площади обследованной акватории за исследованный период – 4 чел/км реки (в протяженность не входят участки береговой полосы занятые промышленными предприятиями, доступ к которым запрещен). За весь период наблюдений отчетного 2020 г. в составе уловов рыбаков-любителей отмечено 24 вида рыб, таблица 1.

Оценка объемов вылавливаемых водных биоресурсов в реке Волга в границах Волгоградской области за 2020 год показывает, что вылов составил – 27,8 т, преимущественно туводных видов рыб, рисунок 2. Массового хода проходной сельди-черноспинки в 2020 году не было, соответственно и вылов рыбаками любителями этого вида был незначительным (всего 1,196 т, тогда как в предыдущие годы вылов мог достигать 100 и более т).

**Таблица 1.** Видовой состав уловов рыбы на реке Волга рыбаками-любителями в 2020 г.

Вид рыб	Вылов за год, кг	%
Лещ <i>Abramis brama</i>	3686,63	13,26
Судак <i>Sander lucioperca</i>	2454,344	8,83
Щука <i>Esox lucius</i>	576,263	2,07
Сом европейский <i>Silurus glanis</i>	557,564	2,01
Жерех <i>Leuciscus aspius</i>	1389,354	5,00
Сазан <i>Cyprinus carpio</i>	4796,485	17,25
Берш	145,405	0,52
Налим	561,241	2,02
Язь <i>Leuciscus idus</i>	1513,598	5,44
Подуст	147,396	0,53
Голавль	979,594	3,52
Елец обыкновенный	2,85	0,01
Окунь речной <i>Tinca tinca</i>	1292,74	4,65
Карась серебряный	4841,743	17,42
Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	3067,57	11,03
Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	287,444	1,03
Чехонь <i>Pelecus cultratus</i>	144,796	0,52
Синец <i>Ballerus ballerus</i>	5,04	0,02
Сельдь-черноспинка	1196,844	4,30
Густера <i>Blicca bjoerkna</i>	59,749	0,21
Уклейка <i>Alburnus alburnus</i>	54,556	0,20
Бычок-кругляк <i>Neogobius melanostomus</i>	20,086	0,07
Рыбец	18,48	0,07
Ёрш	2,185	0,01
Итого	27801,96	100
Общее количество рыбаков за год	14647	
Вылов на 1 рыбака	1,89	

Основу уловов рыболовов-любителей в 2020 году составили 9 видов рыб (87,2 % от общего объема вылова), в порядке возрастания объема вылова: сельдь, окунь, жерех, язь, судак, плотва, лещ, сазан и карась. Прочие – укля, бычок, рыбец, синец, густера, ерш, на вылов которых суммарно приходится 0,59 % от общего вылова.

Средняя продолжительность лова за исследованный период в сутки составляет до 7 часов, при ловле на донную удочку или перемет, до 4-х часов на поплавочные удочки и до 3-х часов при ловле на спиннинг. Лов осуществлялся для целей отдыха и личного потребления (как дополнительный продукт питания). Соотношение количества рыбаков с лодками и без лодок, за весь рассматриваемый период составляет – 4 : 96%.

В период рыбной ловли со льда (январь, февраль, март) вылов составил 2776,3 кг со средним выловом на 1 рыбака – 1,22 кг, за это время водоем посетили 2268 рыбаков-любителей. Из них в выходные и праздничные дни (36 дней) вылов составил 1430,8 кг со средним выловом на 1 рыбака – 1,15 кг, за это время водоем посетили 1238 рыбаков-любителей. В будние дни (55 дней) вылов составил 1345,5 кг со средним выловом на 1 рыбака – 1,31 кг, за это время водоем посетили 1031 рыбаков-любителей.

В период ловли по открытой воде (с апреля по ноябрь) вылов составил 25025,5 кг со средним выловом на 1 рыбака – 2,02 кг, за это время водоем посетили 12378 рыбаков-любителей. Из них в выходные и праздничные дни (54 дня) вылов составил 8129,5 кг со средним выловом на 1 рыбака – 1,84 кг, за это время водоем посетили 4435 рыбаков-

любителей. В будние дни (117 дней) вылов составил 16896 кг со средним выловом на 1 рыбака – 2,13 кг, за это время водоем посетили 7943 рыбаков-любителей.

Рыбаками-любителями используются в качестве орудий лова:

- в период рыбной ловли со льда используются удочки поплавочные (4%), мормышечные (72%), удочки для блеснения (17%) и жерлицы (7%);

- по открытой воде используются преимущественно донные удочки (57%) , спиннинги (24%), поплавочные удочки (12%) а так же переметы (7%).

Размерный состав уловов рыбаками-любителями на реке Волга в границах Волгоградской области видов рыбы, для которых установлена промысловая мера (сазан, лещ, судак, сом, жерех, щука, налим), представлен экземплярами менее установленной нормы, таблица 2.

**Таблица 2.** Размерный состав уловов в реке Волга рыбаками-любителями в 2020 г.

Виды рыб	Min длина, см	Max длина, см	Средняя длина, см	Всего, шт	Промысловая мера
Лещ	14	43	25,6	211	25
Судак	24	65	37,5	77	40
Щука	20	57	30,9	29	32
Сом европейский	33	81	52,7	7	90
Жерех	30	53	43,3	21	40
Сазан	28	50	39,2	82	40
Налим	28	58	41	31	40
Берш	26	30	28,7	9	
Язь	20	41	33,6	40	
Подуст	22	34	29,1	9	
Голавль	29	45	38,4	20	
Елец	12	12	12	1	
Окунь речной	14	32	19,9	194	
Карась серебряный	10	34	22,2	374	
Плотва	10	24	18	632	
Красноперка	15	25	19,3	43	
Чехонь	28	33	29,9	14	
Синец	26	26	26	1	
Сельдь	18	37	25,5	189	
Густера	16	24	20,4	5	
Уклейка	10	15	11,7	27	
Бычек-кругляк	10	15	12,7	8	
Рыбец	27	27	27	1	
Ёрш	13	14	13,5	2	

Анализ полученных данных по влиянию любительского рыболовства на состояние запасов водных биоресурсов, показывает, что:

- рыбаками любителями вылавливается преимущественно экземпляры рыб по размеру имеющие длину менее установленной нормы правилами рыболовства к вылову любительским рыболовством, т.е. неполовозрелая часть популяции. Выловленные рыбаками - любителями экземпляры рыб на 100% для сома, 72% для щуки, 65% для судака, 49% для сазана, 42% для леща, 35% налима и 19% для жерева из общего числа обследованных особей имели длину менее нормы, установленной Правилами рыболовства для вылова при осуществлении любительского рыболовства на данной акватории:

- промысловый лов в реке Волге запрещен действующими правилами рыболовства, и на состояние запасов водных биоресурсов воздействует преимущественно любительское



рыболовство, которое при соблюдении правил рыболовства не оказывает негативного воздействия на их запасы.

Предложения по внесению изменений в Правила рыболовства в части любительского и спортивного рыболовства.

Анализ действующих правил любительского рыболовства, пункт 30.18 (Волгоградская область) [Приказ Минсельхоза России от 18.11.2014 N 453 (ред. от 25.07.2019) «Об утверждении правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна ...»], после установления норм вылова не требует дополнительных ограничений.

В качестве предложения по внесению изменений в Правила рыболовства в части любительского и спортивного рыболовства, считаем целесообразным снять запрет на вылов сельди-черноспинки на реке Волга в границах Волгоградской области (В Астраханской области запрет на вылов сельди-черноспинки снят и она разрешена рыболовам любителям к вылову). Установить суточную норму добычи (вылова) не более 20 экземпляров для одного гражданина, с минимальным размером добываемых (вылавливаемых) водных биоресурсов 24 см.

### Список литературы

Приказ Минсельхоза России от 18.11.2014 N 453 (ред. от 25.07.2019) "Об утверждении правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна" (Зарегистрировано в Минюсте России 08.12.2014 N 35097) [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140796/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140796/)- (дата обращения: 17.08.2020).

Богущая Н.Г., Насека А.М. 2004. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК, 389 с.

Fish Base. World Wide Web electronic publication / eds. R. Froese, D. Pauly. URL: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). (дата обращения: 04.08.2021).

## О возможности изготовления консервов «Шпроты в масле» из каспийских килек

Н.Н. Харченко<sup>1</sup>, М.Л. Винокур<sup>2</sup>, И.В. Токмакова<sup>2</sup>, А.В. Андрюхин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань

<sup>2</sup>Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), г. Калининград

E-mail: [pk7kaspnirh@mail.ru](mailto:pk7kaspnirh@mail.ru)

**Аннотация:** В последние годы в связи с изменением сырьевой базы заметно возрос интерес к производству пищевой рыбной продукции из каспийских килек. Технохимические характеристики и пищевая ценность которых активно изучались в середине прошлого столетия, когда основу промысла составляла анчоусовидная килька. В настоящее время в уловах преобладает килька обыкновенная. Приведена ретроспективная информация и обоснована возможность применения каспийских килек в качестве сырья для изготовления консервов типа «Шпроты в масле».

**Ключевые слова:** консервы, гост, шпроты в масле, килька каспийская

«Шпроты в масле» – это традиционный продукт, являющийся длительное время бесспорным брендом. Потребитель под словом «Шпроты» подразумевает консервы из мелкой копченой рыбы, залитой растительным маслом. Иных видов предварительной обработки (кроме копчения) в производстве классических «Шпрот» не применяют.

Консервы «Шпроты в масле» вырабатывались в СССР начиная с середины сороковых годов двадцатого столетия по государственному стандарту ГОСТ 280 – 41 «Шпроты в масле». Документ несколько раз пересматривался – в 1955, 1963, 1985, 2002 и 2009 гг. и претерпел большое количество изменений. По ряду причин, редакция стандарта, разработанная в 2002 году, не была опубликована.

В настоящее время основным нормативным документом по выработке данных видов консервов является ГОСТ 280 «Консервы из копченой рыбы. Шпроты в масле. Технические условия» (ГОСТ 280–2009). Согласно действующему стандарту «Шпроты» вырабатывают из свежих, охлажденных или мороженых мелких сельдевых рыб: кильки балтийской (шпрот балтийский - *Sprattus sprattus balticus*), кильки североморской (шпрот североморский - *Sprattus sprattus sprattus*), кильки черноморской (шпрот черноморский - *Sprattus sprattus phalericus*) и салаки (балтийская сельдь - *Clupea harengus membras*). Особенно высоким качеством отличаются «Шпроты в масле» из свежих балтийской кильки и салаки, вылавливаемых в осенне-зимний период с содержанием жира в кильке (шпроте) 11,5%-14%, а в салаке (сельди балтийской) - 10,5%-13%. Консервам из такого сырья присваивался в свое время Государственный знак качества, что представляется актуальным и в настоящее время, особо выделяя продукцию сорта «Экстра».

Анализ нормативных документов, регламентирующих выпуск шпрот в масле показал, что до 1985 года в качестве сырья использовалась каспийская килька.

Стоит отметить, что в водах Каспийского моря обитает три вида килек: обыкновенная (*Clupeonella cultriventris caspia* Svetovidov, 1941), анчоусовидная (*Clupeonella engrauliformi* Borodin, 1904) и большеглазая (*Clupeonella grimmi* Kessler, 1877) (Парицкий и др., 2018).

Килька каспийская обыкновенная (*Clupeonella cultriventris caspia*) — ранее считалась подвидом обыкновенной тюльки рода тюлек. От другого подвида обыкновенной тюльки — черноморско-азовской тюльки — каспийская килька отличается величиной, до 14-15 см, длительностью жизни до 6 лет и несколько меньшей жирностью, до 12 % содержания жира в теле. Последняя таксономическая ревизия подтвердила самостоятельный статус вида кильки

обыкновенной каспийской. Кроме того, в нормативных документах Минсельхоза РФ килька также определена как отдельный вид.

Промышленное значение килек Каспийского моря в течение времени изменялось. До 1960-х годов основу промысла составляла килька обыкновенная. В дальнейшем (1960-1990 гг.) основную часть составляла анчоусовидная килька (до 90 %), чему способствовала замена орудий лова с конусных сетей на рыбонасосные установки. Вместе с тем, в уловах обнаруживалась большеглазая килька, количество которой к общему улову в некоторые периоды времени оставляло до 50 %. (Мирзоян и др., 2018)

Применение каспийских килек в качестве сырья для изготовления шпрот разрешалось ГОСТ 280 до 1985 года (см. таблицу).

**Таблица.** Редакции ГОСТ 280 в части используемого сырья и сроков хранения (годности) консервов

Наименование и год издания нормативного документа	Сырье	Срок хранения (годности)
<b>ГОСТ 280-55</b> Консервы рыбные. Шпроты в масле. Технические условия	Изготавливали из рыбы-сырца, охлажденной, мороженой: салаки, кильки балтийской, <b>кильки каспийской</b> , сельди беломорской, сельди атлантической мелкой, сельди атлантической жирной и хамсы; а также из охлажденной и мороженой рыбы указанных видов. Ассортимент: «Шпроты в масле» — из салаки, кильки балтийской, кильки каспийской, сельди беломорской, сельди атлантической, сельди атлантической жирной (размером не более 12 см); б) «Шпроты крупные в масле» — из салаки длиной более 12 см; в) «Шпроты черноморские в масле» — из хамсы	Хранение консервов должно производиться на складах производственных предприятий по инструкции, утвержденной Министерством рыбной промышленности СССР; на базах и складах торговой сети — по инструкции, утвержденной Министерством торговли СССР. Приложение 2, срок хранения консервов всех видов - 24 месяца
<b>ГОСТ 280-63</b> Консервы рыбные. Шпроты в масле. Технические условия	Консервы должны быть приготовлены из рыбы-сырца, охлажденной или мороженой балтийской кильки, салаки, и каспийской кильки по технологической инструкции, утвержденной в установленном порядке	Хранение консервов на складах, базах и торговой сети согласно инструкциям, утвержденным в установленном порядке
<b>ГОСТ 280-85</b> Консервы рыбные. Шпроты в масле. Технические условия	Настоящий стандарт распространяется на консервы из копченой балтийской, североморской, черноморской кильки и салаки и устанавливает требования к консервам, изготавливаемым для нужд народного хозяйства и экспорта.	Хранят консервы в чистых, хорошо вентилируемых помещениях при температуре от 0 до 20 °С и относительной влажности воздуха не выше 75%. Срок хранения консервов 30 мес с даты изготовления
<b>ГОСТ 280-2009</b>	Консервы должны быть	Консервы хранят в чистых,

Наименование и год издания нормативного документа	Сырье	Срок хранения (годности)
Консервы из копченой рыбы. Шпроты в масле. Технические условия	приготовлены из рыбы-сырца, охлажденной или мороженой рыбы: Килька балтийская (шпрот балтийский) <i>Sprattus sprattus balticus</i> Килька североморская (шпрот североморский) <i>Sprattus sprattus sprattus</i> Килька черноморская (шпрот черноморский) <i>Sprattus sprattus phalericus</i> Салака (сельдь балтийская) <i>Clupea harengus membras</i>	хорошо вентилируемых помещениях при температуре от 0 °С до 20 °С и относительной влажности воздуха не более 75% не более 30 мес с даты изготовления

При пересмотре ГОСТ 280 в 1984 году килька каспийская была исключена из объектов области применения стандарта. Основанием для этого, по утверждению отдельных специалистов, является низкое качество продукции, жалобы потребителей, несоответствие требованиям стандарта в части органолептических показателей, при этом основу промысла в этот период времени составляла килька анчоусовидная.

В дальнейшем, при актуализации положений ГОСТ 280 в 2001 году, в процессе проведения заседания МТК/ТК 299 «Консервы, пресервы рыбные и металлическая тара для их фасования» было принято решение о включении в разрабатываемые стандарты только того ассортимента консервов, на которые имеются утвержденные в установленном порядке режимы стерилизации, рецептуры и нормы закладки, включенные в Сборник ТИ по производству рыбных консервов и пресервов (Сборник технологических и инструкций, 1992). Разработчиками стандарта был проведен анализ, в результате которого ассортимент консервов был ограничен шпротами из балтийской и североморской кильки, а также салаки. Заседанием МТК/ТК 299 было установлено, что введение другого ассортимента консервов «Шпроты в масле» требует дополнительных данных по наличию ассортиментного знака (АЗ), режимов стерилизации и норм закладки для возможных объектов: черноморской кильки, каспийской кильки, мойвы и т.д., которые должны быть представлены заинтересованными организациями и предприятиями. Объяснялось это, прежде всего тем, что отсутствие ассортиментных знаков в НД затруднит идентификацию потребителям; к тому же до введения в силу ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», АЗ считался обязательным элементом маркировки.

Анализ пояснительных записок и сводок отзывов при пересмотре проектов стандартов ГОСТ 280-2002 (не издан) и ГОСТ 280-2009 показал, что в адрес МТК/ТК 299 «Консервы, пресервы рыбные и металлическая тара для их фасования» от рыбоперерабатывающих предприятий не однократно поступали запросы о возможности включения в область применения ГОСТ 280 кильки каспийской.

Технология изготовления консервов типа шпроты из каспийской кильки разрабатывались в лаборатории технологии рыбных продуктов (ТРП) КаспНИРХ (1980-1988 гг.). Образцы представлялись на дегустационный совет Минрыбхоза СССР, но было вынесено решение, что технология требует доработки, т. к. качество продукции не достигает того уровня, которое закрепилось за шпротами. Главное препятствие – это то, что каспийская анчоусовидная килька в консервах не имела того вкуса, который ассоциируется у потребителя с этим видом консервов.

В 2021 году, образцы консервов, представленные на дегустации в ФГБНУ «ВНИРО», изготовленные ООО Рыбокомбинат «За Родину» (п. Взморье, Калининградской обл.) в соответствии с требованиями ГОСТ 280-2009 «Консервы из копченой рыбы. Шпроты в

масле. Технические условия» по отработанной технологии и режимам стерилизации консервов из кильки каспийской обыкновенной, получили положительную оценку Дегустационного совета ФГБНУ «ВНИРО». Экспертами в процессе дегустации было отмечено высокое качество представленной продукции. В связи с этим, было принято решение о возможности изготовления консервов типа «Шпроты в масле» из каспийских килек, что учтено при актуализации положений пересматриваемого в настоящее время ГОСТ 280.

#### Список литературы

ГОСТ 280 –2009 «Консервы из копченой рыбы. Шпроты в масле. Технические условия» М.: Стандартинформ, 2011 год

ГОСТ 280 – 55 «Консервы рыбные. Шпроты в масле. Технические условия» Официальное издание. Стандартгиз, 1958 год

ГОСТ 280 – 63 «Консервы рыбные. Шпроты в масле. Технические требования» Официальное издание. М.: Стандартгиз, 1964 год

ГОСТ 280 – 85 «Консервы рыбные. Шпроты в масле. Технические условия «Рыба и рыбные продукты. Консервы и пресервы рыбные, маринады и концентраты. Технические условия: Сб. ГОСТов. Часть 1. - М.: Стандартинформ, 2008 год

Парицкий Ю.А., Асейнова А.А., Разинков В.П., Помогаева Т.В. 2018. Современное состояние и перспективы развития промысла каспийских килек. Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство 1: 69-74. DOI: 10.24143/2073-5529-2018-1-69-75

ТР ЕАЭС 040/2016. 2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции», 129 с.

Мирзоян А.В., Калмыков В.А., Канатъев С.В., Ходоревская Р.П. 2018. Современное состояние промысловых запасов и резервы промысла морских рыб Каспийского моря. Труды ВНИРО 171: 141-156.

Сборник технологических инструкций по обработке рыбы в 2 т. / Под ред. А.Н. Белогурова – М.: Изд-во «Колос», 1992. – 1 т., с. 133–139.

## Усовершенствование технологии механической фильтрации в УЗВ

*Г.Р. Холод*

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва  
E-mail: [kholodeg@mail.ru](mailto:kholodeg@mail.ru)

**Аннотация:** Предложен синтетический нетканый материал для барабанного фильтра УЗВ. В результате экспериментальных исследований нового материала была показана эффективность и экономическая целесообразность механической фильтрации. Нетканый материал может заменить привычные и более дорогие металлические материалы для механической фильтрации воды.

**Ключевые слова:** механическая фильтрация, УЗВ, рыбоводство, барабанный фильтр, синтетический нетканый материал.

Среди многих существующих систем аквакультуры, УЗВ (Установки замкнутого водоснабжения) создают условия для выращивания морских и пресноводных видов рыб, не оказывая значительного отрицательного воздействия на окружающую среду (Schreier et al., 2010). Эффективное управление УЗВ позволит: осуществлять эффективный контроль за обработкой отходов (растворимых и твердых частиц), поступающих из системы в окружающую среду; позволяет минимизировать затраты воды на подпитку системы, если не компенсировать потери из-за испарения (Tal et al., 2009; Zohar et al., 2005; Michaud, 2007); обеспечивает возможность полностью контролировать условия выращивания в течение всего периода выращивания. Жизненный цикл выращиваемой рыбы, максимизирующий выход продукции; снижает риск возникновения инфекций, вызываемых патогенными бактериями или паразитами (Michaud, 2007).

Очистка сточных вод в рамках УЗВ осуществляется несколькими этапами: фильтрация, которая в основном делится на механическую и биологическую фильтрацию: первая использует физические агенты (кислород, температуру, Озон, УФ, pH и соленость) для удаления отработанных веществ на выходе воды из резервуаров для выращивания и для ее обеззараживания; последняя использует биологические окислительные и окислительно-восстановительные реакции, протекающие внутри микроорганизмов, ультрафиолет, озонирование. Биофильтр играет ключевую роль в очистке сточных вод: на самом деле, значение и влияние бактериальных сообществ в установках сравнимы с таковыми с процессами, протекающими у самих рыб с точки зрения биомассы, процессов, связанных с их активностью (Michaud, 2007) и потреблением кислорода (Blancheton, 2000).

Для этих целей нами предложен синтетический нетканый материал для барабанного фильтра вместо более дорогих металлических аналогов. Известно, что нетканый материал типа спанд-бонд обладает следующими свойствами: легкость, прочность, износостойкость, гибкость и пластичность (Müller, 2015). Было проведено исследования по изучению качества фильтрации данным материалом.

Схема эксперимента представлена на рисунке 1.



**Рис. 1.** Схема проведения исследования.

Экспериментальная работа по усовершенствованию механического фильтра УЗВ проводилась в условиях ФГБНУ Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства (ВНИИР).

Сущность опыта заключалась в следующем. Данный материал разной плотности изучался на предмет фильтрующей способности и влияния на качество воды для выращиваемых в ней рыб.

В таблице представлены результаты микроскопирования воды с растворенным в ней кормом после прохождения фильтрации.

**Таблица.** Фильтрующая способность нетканых материалов различной плотности.

Плотность материала, г/м <sup>2</sup>	17	30	42	60
средний размер частиц, мкм	1,2	1,7	1,7	1,2
максимальный размер частиц, мкм	4,7	9,3	6,2	4,7
Максимальный размер пор, мкм	195	260	390	195
Время фильтрации, мин	1:01:07	0:38:06	4:00:19	8:07:44

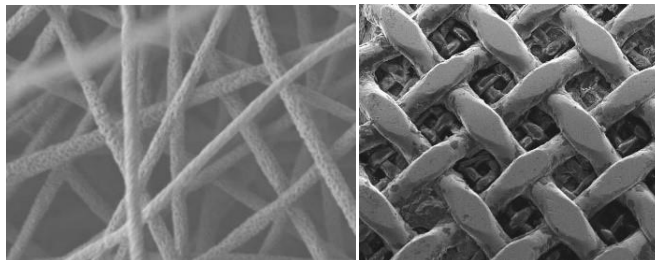
Даже самые малые размеры частиц, задерживаемых металлическим фильтром больше размеров самых крупных частиц, фильтруемых через один слой исследуемого материала (спанд-бонда) – 9,3 микрон. Например, Компания ООО "Корал Фиш" г. Санкт-Петербург, изготавливает барабанные фильтры для УЗВ с размером ячеек 40, 63 и 80 микрон. При этом, как заявляет производитель, минимальный размер фильтруемых частиц составляет 14 микрон.

На таблице мы видим, что процесс фильтрации, кроме случая с материалом плотностью 30 г пластика на 1 м<sup>2</sup> материала (далее – образец 2), шел прогнозируемо. Чем плотнее материал мы использовали, тем дольше шла фильтрация и тем меньше было частиц, которые мы наблюдали. Тем не менее размер этих частиц варьировался. После прохождения каждого из исследуемых материалов мы наблюдали и довольно мелкие частицы и довольно крупные, но основная масса частиц была максимально приближена к среднему размеру



частиц, более крупные и более мелкие частицы были скорее единичными отклонениями от нормы.

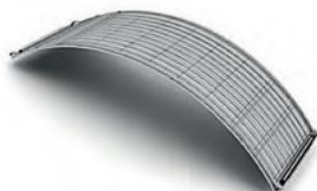
Что же касается показателей в образце 2 и скачка максимального размера частиц в образце 3, я склонен объяснять это неоднородностью структуры материала. Как видно из рисунка 2, положение нитей в нетканом материале на всей поверхности материала неоднородно, мы наблюдаем как большое скопление пластиковых нитей, так и довольно большие сквозные отверстия в материале без нитей вообще, в среднем же получается заявленная производителем плотность материала.



**Рис. 2.** Металлическая сетка (правая картинка) и нетканый материал (левая картинка) под микроскопом. Увеличение 10x8.

Именно из-за подобной неоднородности полотна и возникает ситуация, когда довольно крупные частицы беспрепятственно проникают через фильтрующий материал.

На том же рисунке 2 представлена и более, казалось бы, надежная и привычная для рыбоводов металлическая сетка из алюминия или нержавеющей стали. Её структура более однородна и фильтрующая способность, казалось бы, лучше, но цена такой сетки начинается от 240 евро за конструкцию (рисунок 3), которую изготавливают под размер вашего барабанного фильтра (цена взята из каталога оборудования немецкой компании fishtechnik).



**Рис. 3.** Готовая конструкция с использованием металлической сетки.

Цена же нетканых материалов начинается от 500 рублей за 20-30 метров и увеличивается в зависимости от плотности материала до 2000 рублей.

### Список литературы

Blancheton J.P. 2000. Development in recirculation systems for Mediterranean fish species. *Aquacultural Engineering* 22: 17-31.

Fishtechnik. Каталог оборудования Фишттехник, Германия, Гинденбург, 404 с

Michaud L., Lo Giudice A., Troussellier M., Smedile F., Bruni V., Blancheton J.P. 2009. Phylogenetic characterization of the heterotrophic bacterial communities inhabiting a marine recirculating aquaculture system - *Journal of Applied Microbiology* 107: 1935-1946.

Müller W.W, Saathoff F. 2015. Geosynthetics in geoenvironmental engineering // *Science and Technology of Advanced Materials* 16 (3): 1-20. DOI:10.1088/1468-6996/16/3/034605

Schreier H.J., Mirzoyan N., Saito K. 2010. Microbial diversity of biological filters in recirculating aquaculture systems - *Current Opinion in Biotechnology* 21: 318– 325

Tal Y., Schreier H.J., Sowers K.R., Stubblefield J.D., Place A.R., Zohar Y. 2009. Environmentally sustainable land-based marine aquaculture - *Aquaculture* 286: 28- 35.



Zohar Y., Tal Y., Schreier H.J., Steven C.R., Stubblefield J., Place A.R. 2005. Commercially feasible urban recirculating aquaculture: addressing the marine sector - Urban Aquaculture, CAB International 2005 (eds. Costa-Pierce B., Desbonnet A., Edwards P., Baker D.), 159-171.

## **Ихтиопатологические исследования производителей судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) в период нерестовой кампании в прудовом хозяйстве**

В.Н. Хорошельцева<sup>1,2</sup>, Т.В. Стрижакова<sup>1</sup>, А.Я. Полуян<sup>3</sup>, А.А. Керимова<sup>1</sup>, Т.В. Денисова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

<sup>2</sup>Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

<sup>3</sup>ФГБУ «Ростовский референтный центр Россельхознадзора», г. Ростов-на-Дону

E-mail: [horosheltseva\\_v\\_n@azniirkh.ru](mailto:horosheltseva_v_n@azniirkh.ru)

**Аннотация.** В данной работе представлены результаты паразитологического исследования производителей судака в период весенней бонитировки в одном из прудовых хозяйств 5 зоны прудового рыбоводства. После проведения нерестовой кампании на теле судака были обнаружены язвы и многочисленные повреждения, для лечения которых предложен комплексный способ терапии, включающий в себя пероральное введение пробиотика, лечебные ванны с антибиотиком и поверхностная обработка ран.

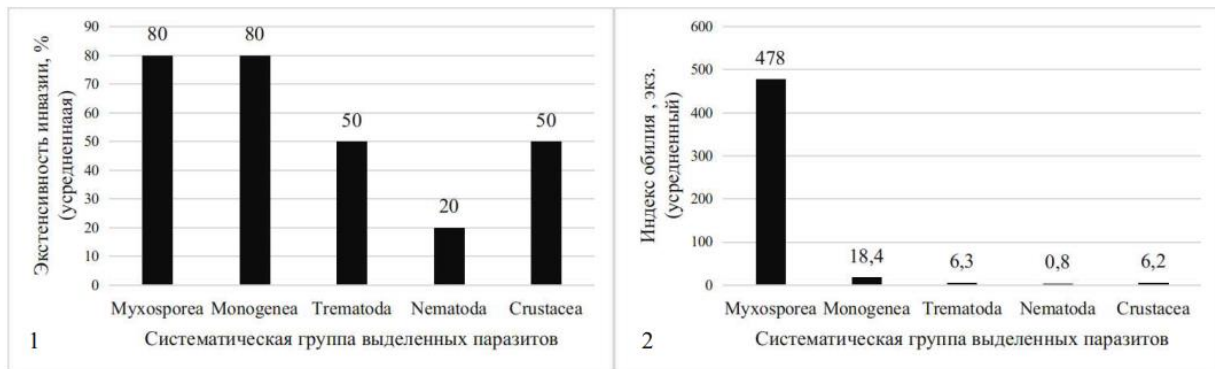
**Ключевые слова:** судак, болезни рыб, паразиты, лечение, пробиотик, антибиотик

Обыкновенный судак (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) - рыба из семейства окуневых (Percidae), имеющая довольно широкий ареал обитания. Как объект аквакультуры интересна высоким темпом роста, качеством мяса и растущим спросом на мировом рынке на диетическую «белую» рыбу. Судак подвержен различным заболеваниям, возбудители которых представлены вирусами, бактериями, паразитами. При этом отмечается, что судак имеет сравнительно высокую устойчивость к различным заболеваниям (Жидков, 2016).

Исходным материалом для настоящего исследования послужили производители судака, отобранные в одном из хозяйств пятой зоны прудового рыбоводства при проведении весенней бонитировки. Методами клинического осмотра и полного паразитологического вскрытия в весенний период (март-май) 2020 г. была исследована 31 рыба (Быховская-Павловская, 1985). Перед исследованием у определялись размерно-массовые характеристики и возраст. Определение систематической принадлежности паразитов проводили, руководствуясь соответствующими томами «Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР» (1984; 1985; 1987). Для характеристики уровня заражения использовались стандартные показатели зараженности: экстенсивность инвазии (ЭИ, %), средняя интенсивность (СИ, экз.) и индекс обилия (ИО, экз.).

Средняя масса обследованных особей составляла 1344,7 г, длина - 47,3 см, возраст четыре года. Клинический осмотр рыб во время весенней бонитировки показал отсутствие внешних признаков заболеваний. Покровы были целостные, жаберный аппарат имел нормальную структуру и окраску, хрусталики глаз без признаков помутнения.

Спектр паразитических организмов обследованных особей судака в марте 2020 г. включал 9 видов из 5 классов: Мухоспорея (*Henneguya gigantea* Nemecek, 1911), Моногенея (*Ancyrocephalus paradoxus* Creplin, 1839), Трематода (*Bucephalus polymorphus* Baer, 1827; *Diplostomum* sp. Nordmann, 1832; *Paracaenogonimus ovatus* Katsurada, 1914; *Tylodelphys clavata* Diesing, 1850), Нематода (*Eustrongylides excisus* Jägerskiöld, 1909) и Ракообразные (*Argulus foliaceus* Linnaeus, 1758; *Achteres percarum* Nordmann, 1832). Основные показатели зараженности представлены на рисунке.



**Рисунок.** Показатели заражённости производителей судака в марте 2020 г. 1) Экстенсивность инвазии (%); 2) Индекс обилия (экз.)

Максимальными значениями показателей зараженности в марте 2020 г. отличается миксоспоридия *Henneguya gigantea*, обнаруженная у четырех особей судака. СИ инвазии в этом случае достигала 600 экз. паразитов на одну особь хозяина при ИО около 480. Такие высокие показатели свидетельствует о неблагополучии исследованного рыбководного хозяйства в отношении данного паразитарного патогена.

Нематода *Eustrongylides excisus*, обнаруженная у одной особи судака, в научных источниках и некоторых нормативных документах отнесена к числу потенциально опасных для человека (Eberhard, 1989; Deardorff, Overstreet, 1991; Cole, 1999; Novakov, 2013; МУК 3.2. 988). Известно, что *E. excisus*, попадая в организм человека, может вызывать гастрит и перфорацию кишечника (Deardorff, Overstreet, 1991; Cole, 1999).

После проведения нерестовой кампании у 26 особей судака на теле отмечены язвы, раны и отклонения в поведении. По этой причине был проведён комплекс мероприятий для оздоровления поражённых особей. В частности, были использованы такие лекарственные препараты: «Антибак 500» (действующее вещество - ципрофлоксацин) в виде лечебных ванн; раны и язвы ежедневно в течение 10 суток обрабатывали препаратом с основным действующим веществом повидон-йод; для повышения естественной резистентности организма использован пробиотический препарат, содержащий бактерии *Bacillus subtilis* Cohn, 1872 (штамм DSM 32424). Пробиотики вводили перорально при помощи зонда, смешивая с гомогенизированным рыбным фаршем. Перед началом лечения рыб разделили на 3 группы в соответствии с тяжестью поражения.

Комплексное применение антибиотика (лечебные ванны), пробиотика (пероральное введение) и наружной обработки повидон-йодом дало положительный терапевтический эффект. У всех выживших производителей судака отмечено заживление язв и травмированных во время брачного периода участков кожного покрова, а также восстановление мягких тканей в области верхней челюсти. У рыб жаберные лепестки приобрели ярко-розовую окраску, характерную для клинически здоровых рыб. На 5-й день лечения у рыб отмечена положительная динамика в характере поведения: общая активность повысилась, судак стал активно охотиться на кормовые объекты, появилось сопротивление при введении зонда.

**Выводы.** Результаты нерестовой кампании с участием производителей судака в условиях прудового хозяйства показали высокий уровень поражения кожных покровов рыб. Число погибших особей с наиболее ярко выраженной клинической картиной составило 19 % (5 из 26). Микробиологические исследования больных рыб не подтвердили бактериальную природу заболевания. Зараженность производителей судака носила характер паразитоносительства всеми выявленными видами, за исключением одного. Инвазия миксоспоридией *Henneguya gigantea* с высокими показателя ЭИ не могла являться причиной появления язв на теле рыб в силу локализации паразита на жабрах. Вероятной причиной заболевания явилась общая ослабленность организма производителей после зимовки, несоответствующие условия содержания и кормления. Комплекс проведённых лечебных

мероприятий позволил сохранить и вернуть к жизни около 81 % рыб, участвующих в нерестовой кампании.

### Список литературы

Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб: руководство по изучению. Изд-во: «Наука», 108 с.

Жидков В.С. 2016. Эколого - биологическая характеристика судака (*Sander lucioperca*) реки протока. [Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков](#): 103–107.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1. «Паразитические простейшие». 1984. Л.: изд-во «Наука», 438 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. «Паразитические многоклеточные (первая часть)». 1985. Л.: изд-во «Наука», 425 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. «Паразитические многоклеточные (вторая часть)». 1987. Л.: изд-во «Наука», 583 с.

Cole R. A. 1999. Eustrongylidosis. US Geological Survey. 1999(0001): 223–228.

Deardorff T.L., Overstreet R.M. 1991. Seafood-transmitted zoonoses in the United States: the fishes, the dishes, and the worms. *Microbiology of marine food products*: 211–265.

Eberhard M.L. 1989. Intestinal perforation caused by larval *Eustrongylides* (Nematoda: Dioctophymatoidae) in New Jersey. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 40(6): 648–650.

Novakov N. 2013. Eustrongylidosis of European catfish (*Siluris glanis*). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19(1): 72–76.

## Биологические особенности нильской тиляпии и ее разведение в аквакультуре

А.И. Черкалин

РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

E-mail: [alexcherckalin@gmail.com](mailto:alexcherckalin@gmail.com)

**Аннотация:** Изучены физиологические особенности тиляпии нильской (*Oreochromis niloticus*) по показателям крови и ротовой слизи. Выявлено, что кровь и ротовая слизь тиляпии содержит лизоцим, который участвует в иммунном ответе организма. По лейкограмме определено, что у самок с личинками интенсивнее идет лейкопоз, судя по большей доле ювенильных форм гранулоцитов по сравнению с самками без личинок.

**Ключевые слова:** тиляпия нильская (*Oreochromis niloticus*) порода тимирязевская, гематологические показатели, иммунитет, лизоцим.

В настоящее время тиляпия занимает второе место в мире по объему производства, уступая лишь карпу, т.к. имеет ряд преимуществ перед другими видами рыб: быстрый рост, эффективное использование кормов, а также отличные потребительские качества – диетическое мясо, которое содержит полноценный белок, отсутствие межмышечных косточек и высокий выход съедобных частей.

В нашей стране основное разведение тиляпии происходит в промышленных условиях в садках на теплых водах ГРЭС и АЭС, а также на геотермальных водах. Кроме того, эту рыбу можно выращивать в установках с замкнутым циклом водоснабжения (Боронецкая, Тетдоев, 2008).

Тиляпия имеет биологические особенности, которые следует учитывать при ее разведении и выращивании. Особенно важно изучение иммунных свойств крови и ротовой слизи самок, вынашивающих личинку.

В связи с этим, целью настоящей работы являлось изучение физиологии половозрелых тиляпий (*Oreochromis niloticus*) породы «Тимирязевская» по гематологическим показателям и содержанию лизоцима в крови и ротовой слизи.

Исследования проводились в аквариальной кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Произведенный перед началом экспериментов замер размерно-весовых показателей в соответствии с методикой ООС (отличимость, однородность, стабильность) (Богерук., Тюриков, 2009) и расчет индексов телосложения у тиляпии показали, что достоверные отличия между самцами и самками отмечаются только по массе, обхвату и высоте тела (самцы крупнее самок и более чем в 1,5-2 раза). Тем не менее, индексы этих показателей достоверно не отличаются у самцов и самок, что свидетельствует о хорошей упитанности и соответствует породе (табл. 1).

**Таблица 1.** Средние морфометрические параметры самок и самцов нильской тиляпии (*Oreochromis niloticus*) породы Тимирязевская

Показатели	Самки		Самцы	
	M±m	C <sub>v</sub> , %	M±m	C <sub>v</sub> , %
Масса тела, г	644,5±22,81*	12,26	1434,50±234,50*	16,35
Длина тела, см	29,63±0,64	7,52	36,75±3,89	10,58
Обхват, см	25,14±0,37*	5,13	34,55±0,35*	1,02

Продолжение таблицы 1

Высота тела, см	11,53±0,21*	6,50	15,45±0,07*	0,46
Индекс обхвата	85,07±1,22	4,98	94,49±9,037	9,56
Индекс высоты тела	39,04±0,82	7,23	42,29±4,67	11,04
Упитанность, г/см <sup>3</sup>	2,50±0,09	12,61	2,88±0,24	8,47

Примечание: здесь и далее \* различия достоверны  $p \leq 0,05$

Для проведения экспериментов были отобраны шесть самок, из них две вынашивали в ротовой полости личинок и две были без них. Кровь для анализа бралась у рыб прижизненно из хвостовой вены, и делались мазки, которые окрашивались по методу Папенгейма. Ротовую слизь тилапии отбирали спонджем и изучали с помощью иммуно-ферментативного анализа.

Анализ крови (табл. 2) показал, что у самок с личинками эритропоз идет интенсивнее, т.к. количество бластных форм эритроцитов у них выше (около 20 %), чем у самок без личинок, у которых их примерно 4 %.

Общее количество зрелых эритроцитов у самок с личинками ниже, чем у самок без личинок (80 и 96% соответственно). Это скорее всего связано, с тем что в период вынашивания потомства рыбы не питаются, а это в свою очередь, может приводить к незначительной анемии (Congroy et al., 2007).

**Таблица 2.** Гематологические характеристики нильской тилапии (*Oreochromis niloticus*) Тимирязевской породы

Параметры	Самки с личинками	Самки без личинок
Эритропоз, %		
Эритробласты	0,4±0,5	-
Нормобласты	5,5±3,5	2,0±0,1
Базофильные эритроциты	14,5±7,8	2,0±1,4
Зрелые эритроциты	79,7±10,8	96,0±1,4
Лейкоцитарная формула крови, %		
Миелобласты	-	-
Промиелобласты	-	1,0±0,1
Миелоциты	10,0±8,5	2,5±3,5
Метамиелоциты	8,0±4,2	1,5±0,7
Палочкоядерные нейтрофилы	9,0±0,1*	6,0±2,8
Сегментированные нейтрофилы	2,0±1,4	7,0±7,1
Эозинофилы	-	-
Базофилы	-	-
Моноциты	2,0±0,5	-
Лимфоциты	69,0±11,31	81,0±9,9

Кровь тилапии носит лимфоидный характер (в лейкограмме преобладают лимфоциты) (Weinert et al., 2015). У самок, инкубирующих личинки, их меньше около 70%, а у самок без личинок больше – около 80%. Это позволяет предположить, что иммунные реакции идут более интенсивно у самок с личинками, т.к. у них проявляется забота о потомстве.

Анализ лейкоцитарной формулы крови показал, что у самок без личинок преобладают зрелые сегментированные нейтрофилы 7 %, а у самок с личинками в основном встречаются ювенильные формы гранулоцитов – 18 %. Нейтрофилы есть, как у самок с личинками, так и у самок без них (11 % и 13 % соответственно). Ведь эти клетки составляют основу врожденного иммунитета у рыб.

В ходе исследования плазмы крови и ротовой слизи на лизоцим были получены данные по двум самкам с личинками и одной без личинки, которые приведены в таблице 3.

**Таблица 3.** Количество лизоцима в крови и ротовой слизи самок нильской тилапии, нг/мл

Номер самки	Плазма крови	Ротовая слизь
№ 2 без личинок	2848	8192
№ 3 с личинками	6816	нет образца
№ 4 с личинками	5292	5684

В плазме крови количество лизоцима у самок с личинками в 1,3-2,4 раза выше, чем у самки без личинок. Можно предположить, что в процессе заботы о потомстве иммунные реакции направлены не только на поддержание здоровья самих рыб, но и на обеззараживание икры и личинок, которых самки вынашивают во рту.

В секрете ротовой полости обнаружена обратная зависимость: у самки без личинок количество лизоцима в крови в 1,4 раза больше, чем у самок с личинками. По-видимому, снижение лизоцима в ротовой слизи у самки с личинками, связано с тем, что: во-первых, личинки, находясь во рту вероятно питаются этой слизью; во-вторых, высокие концентрации лизоцима могут быть опасны для потомства.

У самки без личинок в плазме содержание лизоцима почти в 3 раза ниже, чем в ротовой слизи. Скорее всего, это объясняется тем, что тилапии питаются детритом, в котором могут содержаться патогенные компоненты, и им необходимо их тщательно обеззараживать, чтобы инфекция не попала в организм.

У самок с личинками количество лизоцима в плазме крови и в ротовой слизи почти одинаковое (5292 и 5684 нг/мл соответственно). При вынашивании потомства повышается уровень иммунитета, за счет увеличения лизоцима в крови, а в ротовой полости его количество снижается по сравнению с самкой без личинок. Потому что, вынашивая потомство, самки не питаются.

О достоверности полученных данных пока говорить рано, в силу малого количества исследованных особей, но данную работу необходимо продолжать.

В процессе разведения и выращивания тилапий необходимо контролировать показатели их иммунитета: лейкограммы крови, содержание лизоцима в крови и слизи из ротовой полости, и при этом учитывать пол рыбы и фазу репродуктивного цикла.

### Список литературы

Богерук А.К. Тюриков В.М 2009. Методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Рыбы: инструктивно-методическое издание М.: ФГНУ «Росинформагротех», 160 с.

Боронецкая О.И, Тетдоев В.В. 2008. Рыбоводная и морфологическая характеристика нильской тилапии (*Oreochromis niloticus* L.). Вестник РУДН, серия. Агротомия. и животновод 1: 12-15.

Conroy D.A., Conroy G. 2007. Basic atlas of normal and abnormal blood cells in farmed tilapias / Atlas básico de las células sanguíneas normales y anormales en tilapias cultivadas. Bilingual (English-Spanish) CD-ROM. Patterson Peddie Consulting Ltd, Carrickfergus, UK.

Weinert Nadia Cristine, Volpato Julieta, Costa Adson, Antunes Rozyanne Rosa, Camargo de Oliveira Aldo, Scabelo Mattoso Claudio Roberto, Wa Mere Erika 2015. Hematology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) subjected to anesthesia and anticoagulation protocols. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, Vol. 36, №. 6, suplemento 2: 4237-4250.

## Опыт лечения и профилактики псевдомоноза (плавниковой гнили) у молоди радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) на рыбозаводной ферме

Т.С. Шульга

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
Институт рыболовства и аквакультуры, г. Владивосток  
E-mail: [taniashka.shulgha@mail.ru](mailto:taniashka.shulgha@mail.ru)

**Аннотация.** Летом 2020 года на рыбозаводной ферме произошло заражение молоди радужной форели псевдомонозом (плавниковой гнилью). Автором разработан и успешно реализован комплекс лечебно-профилактических мероприятий по устранению данного заболевания на предприятии. В результате проведенных лечебно-профилактических процедур у молоди форели наблюдалась регенерация поврежденных плавников, летальность снизилась с 13,7 до 2,1 %. В первой декаде сентября 2020 года рыба была полностью здорова и в конце февраля 2021 года была выпущена в Седанкинское водохранилище.

**Ключевые слова:** псевдомоноз, плавниковая гниль, радужная форель, лечебно-профилактические мероприятия.

Псевдомоноз (плавниковая гниль) – инфекционная болезнь тепловодных, холодноводных и аквариумных рыб, встречающаяся в рыбозаводных хозяйствах разного типа. Возбудителями заболевания является ряд специфических бактерий рода *Pseudomonas*.

По данным Н. А. Головина (2003) плавниковая гниль проявляется изменением плавников. Их края обретают голубоватую окантовку, которая расширяется, затем становятся похожи на лохмотья, просвечиваются, теряют окраску. О наличии заболевания свидетельствуют красные пятна, образующиеся на плавниках, снижение активности рыбы, неактивное состояние, отсутствие аппетита. Тело, как и плавники, выцветает. Характерный симптом - помутнение глазного яблока. Возникает, когда болезнь уже запущена. У лососевых видов рыб также характерны нитевидные наросты белого цвета на спинном и жировом плавниках.

Это заболевание обычно наблюдается у форели при плохих условиях содержания, недостатке витаминов (авитаминоз) и неполноценном кормлении. Часто это заболевание наблюдается при бассейновом и садковом выращивании форелей.

В летне-осенний период 2020 года на рыбозаводном предприятии произошло заражение радужной форели плавниковой гнилью. Перед автором статьи встала задача построения плана предотвращения дальнейшего распространения инфекции и эффективного лечения заражённых особей. Диагноз был поставлен на основании выявленной симптоматики, ссылаясь на состояние здоровья форели и сравнения симптомов с литературными данными. У форели наблюдалась вялость, отказ от корма, грибковый нарост на спинном и жировом плавниках (похожий на вату), искривление хвостового стержня, а также летальные случаи.

Пострадало четыре больших зарыблённых бассейна, объёмом 3,3 м<sup>3</sup> каждый. В общей сумме примерно 64 (63,585) кг товарной рыбы – около 115 тыс. особей (количество особей подсчитано путём деления общей массы на среднюю массу одного малька (0,56 г)). Автором было принято решение о начале лечения радужной форели.

Первым этапом проведения санитарно-эпидемиологических мероприятий в рыбоводстве является поиск источника заражения. Согласно учебному пособию «Заболевания радужной форели в садковых хозяйствах Карелии» (Евсеева, 2017), источниками заражения могут выступать:

- некачественные корма,
- нарушение в работе биофильтра,



- повышенная концентрация различных химических агентов,
- внешние возбудители болезней (мухи, комары, пыльца цветов и т.д.).

На протяжении всего периода лечения форели были исследованы гидрохимические показатели воды в зараженных бассейнах. При анализе гидрохимического состава воды учитывались требования к химическому составу воды, установленные отраслевым стандартом ОСТ 15.372-87. Как видно из таблицы, гидрохимические показатели воды в зараженных бассейнах были в пределах нормы (Таблица 1).

**Таблица 1.** Гидрохимические показатели зараженных бассейнов

Показатель	Нормативы	I декада июля	II декада июля	III декада июля	I декада августа	II декада августа	III декада августа	I декада сентября
Кислород растворенный O <sub>2</sub> , %-мг/л	Не ниже 97-9,0	96-9,0	96-9,0	96-9,0	96-9,0	96-9,0	96-9,0	96-9,0
Свободная двуокись углерода CO <sub>2</sub> , мг/л	До 10	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,4	3,3
Водородный показатель pH	7,0-8,0	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5
Аммиак, мг/л	До 0,07	0,018	0,017	0,018	0,018	0,017	0,018	0,018
Нитриты, мг/л	До 0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Нитраты, мг/л	До 1,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Жесткость кН, мг-экв/л	3,0-7,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	2,1
Солёность, ‰	До 30	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Температура воды, °C	Не более 20	17,5	17,5	17,4	17,5	17,6	17,7	17,6

Проверка состояния биофильтров в данных бассейнах, также не выявила нарушений в их работе. На предприятии пользовались биоагрузкой типа «кипящий слой» - пластиковая гранула диаметром 10-30 мм.

На предприятии радужная форель питалась стартовый кормом для лососевых видов рыб научно-производственной компании «Далькорм» диаметром 0,6-1,0 мм. Тип корма: полностью экструдированный, плавающий.

Однако, в ходе анализа содержания в корме питательных веществ автором было выявлена недостаточная концентрация целой группы необходимых витаминов (Таблица 2). Для решения этой проблемы было предпринято решение добавлять в кормовую смесь витамины группы В (В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, В<sub>1</sub>), С и Е, а также фолиевую кислоту и иммуностимулятор Анандин.

**Таблица 2.** Содержание витаминов в корме для лососевых видов рыб

	Нормативное содержание.	Стартовый корм НПК «Далькорм»
В <sub>1</sub> – тиаминбромид	1,5	1,0
В <sub>6</sub> – пиридоксин гидрохлорид	1,7	1,0
В <sub>12</sub> – цианобаламин	0,07	0,04
В <sub>9</sub> – фолиевая кислота	0,5	0,3
С – аскорбиновая кислота	50,0	44,5
Е – α-токоферол	2,0	1,6

\* Данные в расчёте мг на 100 г корма

Радужную форель кормили смесью из 120 г корма и раствором 100 мл воды с вышеперечисленными добавками (по одной ампуле (1 мл) каждого вещества) пять раз в сутки – расчёт на один бассейн. Благодаря этому состояние рыбы изменилось в лучшую сторону, но летальные случаи и нитевидные наросты на плавниках рыб всё ещё присутствовали, пускай и в меньших объёмах.

На графике представлен процесс протекания псевдомоноза (плавниковой гнили) у молоди радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) на рыбозаводной ферме (Рисунок). Пик

летальных случаев на предприятии пришёлся на I декаду августа – летальность составила 13,7%. К началу I декады сентября летальные случаи составляли 2,1%, что говорит о выборе эффективного метода лечения форели. В итоге из 115 тыс. заражённой молоди выздоровело около 75 тыс. (около 44,5 кг).



**Рисунок.** Динамика летальности молоди радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), зараженной псевдоманозом на рыбозаводной ферме в период проведения лечебно-профилактических мероприятий

Одновременно с работами по контролю гидрохимических показателей воды и качества кормовой смеси, проводилась систематическая дезинфекция воды, бассейнов, а также зараженной молоди форели. Дезинфекция проводилась следующим образом:

1. Пересадка рыб в новые бассейны, в воду которого был добавлен препарат Метиленовый синий в расчёте 50 мл на 100 л воды;
2. Обработка старых бассейнов Белизной – 100 мл раствора на 200 л воды;
3. Полная чистка биофильтров, в том числе и биозагрузки. В ходе очистки биофильтров использовали биоочиститель для выгребных ям и септиков JOY;
4. Отлов больной рыбы и помещение её в ёмкости с раствором марганца – 5 г марганца на 100 л воды каждый день три раза в сутки по 15 минут.

Весь цикл санитарно-эпидемиологических мероприятий (контроль гидрохимических показателей, использование витаминов и иммуностимуляторов при кормлении, дезинфекция воды, бассейнов, зараженной молоди форели) проводился три раз в месяц до полного выздоровления рыбы. По завершении лечебных процедур плавники у молоди форели начали регенерировать, летальность снизилась на 11,5%, что подтвердило успешность выбранного нами метода лечения.

Таким образом, данный метод лечения радужной форели оказался весьма эффективным. К концу первой декады сентября рыба оказалась полностью здорова. В конце февраля 2021 года радужная форель была выпущена в Седанкинское водохранилище.

### Список литературы

Головина Н.А., Стрелков А.Ю., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Под ред. Головиной Н.А., Бауера О.Н. Ихтиопатология. М.: Мир, 2003. 448 с.: ил. 512 с.

Евсеева Н.В. 2017. Заболевания радужной форели в садковых хозяйствах Карелии [Электронный ресурс]: учебное электронное пособие для студентов, обучающихся по направлению 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» / Н. В. Евсеева, И. М. Дзюбук; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозав. гос. ун-т. — Электрон. текст, дан.

## Использование ферментативных гидролизатов коллагена в качестве потенциальных белковых основ микробиологических сред

Н.В. Шумская, В.Ю. Новиков

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск  
E-mail: [shumskaya@pinro.ru](mailto:shumskaya@pinro.ru)

**Анотация.** Показана возможность использования ферментативных гидролизатов коллагена в качестве основы микробиологических питательных сред. В качестве сырья использовали отходы переработки акклиматизированного камчатского краба *Paralithodes camtschatica* (панцирь, жабры) и кожно-мышечного мешка голотурий *Cucumaria frondosa* и *Molpadia borealis*. Питательная среда, где белковой основой был гидролизат коллагена из *Molpadia borealis*, имеет хорошую чувствительность к росту и типичную морфологию колоний тест-штамм *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

**Ключевые слова:** ферментативный гидролизат коллагена, питательная среда, коэффициент производительности.

При проведении бактериологических исследований требуются качественные питательные среды, обеспечивающие потребности роста микроорганизмов. Несмотря на существование большого количества питательных сред, сегодня ведутся исследования по поиску альтернативных белковых основ питательных сред из непищевого сырья и оптимизации их состава с учетом потребностей микроорганизмов. Важную роль для роста микроорганизмов играет сбалансированность питательной среды по аминокислотному составу.

Гидролизаты коллагена представляют интерес в качестве источника белков и пептидов. Специфический аминокислотный состав ферментного белкового гидролизата коллагена может использоваться для модификации аминокислотного состава питательных сред за счет высокого содержания оксипролина, пролина, глицина (Novikov, 2021).

Целью работы является сравнительная оценка использования ферментативных гидролизатов коллагена, полученных из тканей морских беспозвоночных Северного рыбохозяйственного бассейна, в качестве белковой основы питательных сред.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали ферментативные гидролизаты коллагена (ФГК) полученные из отходов переработки акклиматизированного камчатского краба *Paralithodes camtschatica* (панцирь, жабры) и кожно-мышечного мешка голотурий *Cucumaria frondosa* и *Molpadia borealis*.

ФГК получали по общей методике, включающей следующие операции:

- размораживание заготовленного сырья;
- депротеинизация 0,05 % раствором NaOH при температуре 15-20 °С в течение 18-24 ч при периодическом перемешивании;
- отделение осадка и промывка его дистиллированной водой до pH не более 7,5;
- обезвоживание и обезжиривание осадка ацетоном 3 раза;
- высушивание осадка при температуре не выше 60 °С;
- деминерализация осадка (только для полученного из панциря и жабр краба) раствором HCl при температуре 15-20 °С в течение 0,5 ч при перемешивании;
- промывка осадка дистиллированной водой до pH не более 7,5;
- ферментативный гидролиз под действием ферментного препарата (ФП) из гепатопанкреаса камчатского краба: соотношение массы ФП, сырья и дистиллированной воды 1:33:360, температура 50 °С, продолжительность 4 ч;

- отделение растворимой части центрифугированием;
- сушка ФГК в сублимационной сушилке.

Биологические показатели полученных гидролизатов были изучены на питательной среде следующего состава: гидролизат из расчета содержания аминного азота, натрия хлорид – 5 г/дм<sup>3</sup>, микробиологический агар 2 %. Устанавливали рН в пределах 7,0. В качестве контрольной питательной среды использовали коммерческий ГМР-агар (Оболенск, Россия). Стерилизацию питательных сред осуществляли автоклавирование при температуре 121°С в течение 20 мин.

Массовую долю аминного азота ( $N_{ам}$  в %) определяли формольным титрованием (Лисицын, 2001).

Измерение активной кислотности (рН) растворов проводили с помощью кислородомера-иономера Анион 4151 (НПП «Инфраспек-Аналит», Россия).

Качество питательных сред оценивали по физико-химическим и биологическим показателям в соответствии с Методическими указаниями (МУК 4.2.2316-08).

При оценке ростовых свойств питательных сред, полученных с использованием ферментативных гидролизатов коллагена, объектом исследований служил тест-штамм *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (FBIS SRCAMB, Оболенск, Россия).

Коэффициент производительности ( $P_R$ ) питательной среды вычисляли по формуле (ГОСТ ISO 11133-2016):

$$P_R = \frac{N_s}{N_o},$$

где  $N_s$  – общее количество колоний, полученных на питательной среде, подвергнутой испытанию;

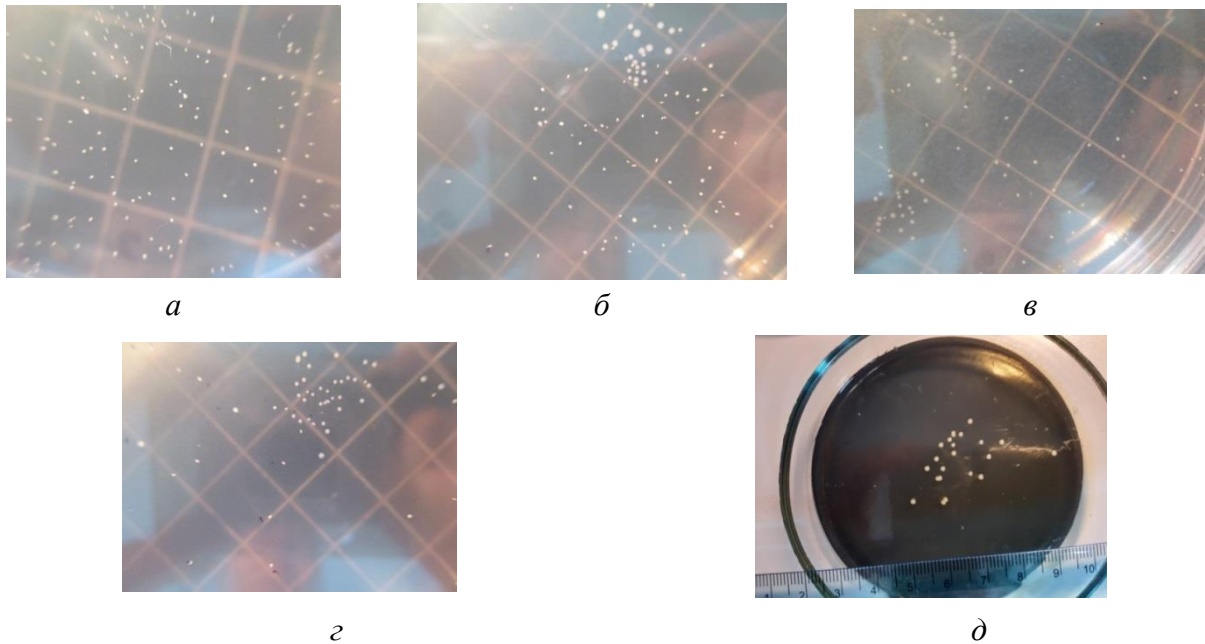
$N_o$  – общее количество колоний, полученных на контрольной питательной среде.

Полученные результаты исследований и их обсуждение. Полученные гидролизаты хорошо растворимы, прозрачные и не образуют опалесценцию. Цветность при визуальной оценке уменьшалась от насыщенного темно-коричневого цвета гидролизата коллагена из кожно-мышечного мешка голотурий до бледно-желтого – гидролизата коллагена из панциря краба *Paralithodes camtschatica*. Значения рН всех гидролизатов было слабокислым, и при приготовлении питательных сред требовалась незначительная коррекция данного показателя добавлением раствора NaOH.

После стерилизации модели питательных сред оставались прозрачными, без опалесценции и образования осадка.

Сконструированные среды обеспечивают хорошие ростовые свойства для тест-штамма *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. По количеству выросших колоний изучаемые среды отличались между собой незначительно и были выше по сравнению с контролем.

Морфология колоний *Staphylococcus aureus* на всех средах была одинакова: стафилококки образуют непрозрачные, круглые ровные колонии бежевого цвета (Рисунок). На сконструированных питательных средах, где в качестве белковой основы использовали гидролизат коллагена из *Cucumaria frondosa* и из панциря *Paralithodes camtschatica*, в основном преобладали колонии диаметром 1-2 мм. На агаре с гидролизатом коллагена из *Molpadia borealis* и жабр *Paralithodes camtschatica* преобладали колонии с диаметром 2-3 мм, как и на контрольной среде ГМР-агар. При этом тест-штамм *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 сохранял типичные культурально-морфологические свойства. Различие в количестве и диаметре колоний между сконструированными и контрольной средами может быть обусловлено содержанием глицина (28-30 %) в полученных гидролизатах. Для микроорганизмов рода *Staphylococcus* spp. данная аминокислота является как стимулятором роста, так и ингибитором если его концентрация выше 10,0 г/дм<sup>3</sup>.



**Рис.** Рост колоний тест-штамма *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 на питательной среде с различными вариантами питательных основ: гидролизат коллагена из *Cucumaria frondosa* (а), гидролизат коллагена из жабр *Paralithodes camtschatica* (б), гидролизат коллагена из панциря *Paralithodes camtschatica* (в), гидролизат коллагена из *Molpadia borealis* (г), контроль ГРМ-агар (д)

Все среды с различными вариантами питательных основ имели коэффициент производительности больше 2,0, что не соответствует требованиям ГОСТ 11133-2016, согласно которому коэффициент производительности на питательных средах должен быть не менее 0,5 и не более 1,4.

При микроскопировании было обнаружено, что клетки *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 располагаются небольшими скоплениями или по отдельности, а сами клетки меньше по размеру, чем в контроле. Наиболее схожи с контролем по морфологии клетки тестируемого штамма, выращенного на питательной среде, где белковой основой был гидролизат коллагена из *Molpadia borealis*.

При оценке ростовых свойств питательных сред, приготовленных на основе полученных гидролизатов, наилучшие результаты были отмечены у питательной среды на основе гидролизата коллагена из *Molpadia borealis*. При культивировании *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 установлено, что тест-штамм сохранял морфологические и культуральные свойства и не проявлял признаков диссоциации.

### Список литературы

ГОСТ 11133-2016. Микробиология пищевых продуктов, кормов для животных и воды. – [URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141101>]

Лисицын А.Б., Иванкин А.Н., Неклюдов А.Д. 2001. Методы практической биотехнологии. Анализ компонентов и микропримесей в мясных и других пищевых продуктах. М.: ВНИИМП, 408 с.

Методы контроля бактериологических питательных сред. Методические указания 4.2.2316-08. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2008, 67 с.

Novikov V.Y., Shumskaya N.V., Mukhin V.A., Zolotarev K.V., Mikhailov A.N., Nakhod V.I., Mikhailova M.V. 2021. Chemical Characterization of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Collagen Hydrolyzed Using Enzyme Preparation Derived from Red King Crab (*Paralithodes camtschaticus*) and Its Potential as a Core Component of Bacterial Culture Medium. *Marine Drugs* 19 (8): 472. DOI: 10.3390/md19080472

## Зоопланктон р. Волга в пределах Волгоградской области (по материалам 2020 года)

А.М. Щукина

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Волгоград

E-mail: [L\\_gela97@mail.ru](mailto:L_gela97@mail.ru).

**Аннотация.** В тезисе приводятся результаты исследования зоопланктона в 2020 г. на участке не зарегулированной р. Волги ниже Волжской ГЭС до границы с Астраханской областью. Проведенное исследование позволяет дать качественную и количественную характеристику зоопланктона р. Волга, для этого использовались такие показатели, как: численность, биомасса, видовое богатство, рассчитывались индекс Шеннона и индекс доминирования по Симпсону, продукция.

**Ключевые слова:** зоопланктон, Волга, гидробиологический мониторинг.

Река Волга – это важный рыбохозяйственный объект РФ. В связи с этим особую ценность и актуальность имеют результаты комплексных гидробиологических исследований на этом объекте, в частности по изучению зоопланктона. Так, сотрудниками ВолгоградНИРО в 2020 г. был обследован участок не зарегулированной Волги ниже Волжской ГЭС до границы с Астраханской областью, который испытывает на себе влияние изменения природных гидрологических процессов.

Материалами исследования послужили гидробиологические сборы, выполненные в течении вегетационного периода 2020 г. Отбор проб осуществлялся при помощи сети Апштейна на трех разрезах: №1 в районе плотины – 500м от Волжской ГЭС; №2 Кировский район – 25 км. от ГЭС; №3 в районе села Райгород – 82 км. от ГЭС. в трех точках: правый берег, центр и левый берег. Всего было отобрано и обработано 27 проб зоопланктона. Из них: 9 весной, 9 летом и 9 осенью.

За весь период исследования в отобранных пробах на реке Волга был выявлен 21 вид представителей зоопланктона. Доминирующими видами среди ветвистоусых рачков (Cladocera) были *Daphnia galeata* (G. O. Sars, 1864) и *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776). Среди коловаток (Rotifera) доминировали представители рода *Brachionus* – *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883) и *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1766), так же были встречены представитель рода *Keratella* – *Keratella quadrata* (Müller, 1786) и *Asplanchna* – *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850). Веслоногие рачки (Copepoda) были представлены копеподитными и науплиальными стадиями развития. На протяжении вегетационного сезона происходила закономерная смена биоценологических комплексов.

Количество выявленных видов на исследованных участках № 1, №2 и №3 составляло 9, 7 и 5 соответственно.

Для оценки видового разнообразия применялись индекс Шеннона и индекс доминирования по Симпсону.

В среднем за вегетацию по трем исследованным участками индекс видового разнообразия Шеннона имеет значение 1,2818, индекс доминирования Симпсона 0,659.

Значения индексов по участкам представлены в таблице (Таблица 1).

**Таблица 1.** Значения индексов видового разнообразия зоопланктона на исследованных участках

Участок	Индекс Шеннона	Индекс Симпсона
500м от ГЭС	1.423225	0.6855435
25км от ГЭС	1.254697	0.6292992
82 км от ГЭС	1.167644	0.6646344

Значения индексов имеют небольшие различия между участками и являются низкими, что говорит о обедненном видовом разнообразии.

В течении вегетационного периода 2020 года, зоопланктон представлен значительно низкими значениями численности и биомассы. Значения численности на исследованных участках варьировались от 746,6 до 3043,87 экз./м<sup>3</sup>, а биомассы от 14,47 до 388,3 мг/м<sup>3</sup>.

Средневегетационная численность зоопланктона составляла 1.72 тыс. экз./м<sup>3</sup>, в равных долях основных систематических групп и 0.145 г/м<sup>3</sup> общей биомассы со значительным преобладанием рачкового планктона (Таблица 2).

**Таблица 2.** Значения численности (N, экз/м<sup>3</sup>) и биомассы (B, мг/м<sup>3</sup>) организмов зоопланктона.

Точка отбора	Весна		Лето		Осень		В среднем	
	N	B	N	B	N	B	N	B
500м от ГЭС	1888	5	6000,33	1148	1243,3	12	3043,877	388,333
25км от ГЭС	131	0,191	1889	42,5	220	0,737	746,667	14,476
82 км от ГЭС	263,3	3,856	1366,67	79,01	2500	10,01	1376,657	30,959

Продукция зоопланктона при P/B-коэффициенте равным 15 составила 2,175 г/м<sup>3</sup>, расчетная величина продукции характерна для среднекормных водоемов (Пидгайко, 1968).

Таким образом, за вегетацию 2020 г., зоопланктон характеризовался низкими значениями численности и биомассы, а также низкими значениями биоценологических индексов.

Полученные в результате полевых работ качественные и количественные показатели видового состава, численности и биомассы зоопланктона соответствуют, в целом, многолетним фондовым и литературным данным. Существенные отклонения от ожидаемых значений, в целом, отсутствуют.

### Список литературы

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов и гидрохимических исследований на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.. 1982. - 33 с.

Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петров В.В., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. 1968. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-запада СССР. Изв. ГосНИОРХ 67: 205-241.



## Анализ метаболитного состава рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.) Щучьего залива Ладожского озера

Е.Я. Явид<sup>1,2</sup>, В.В. Ходонович<sup>1</sup>, А.В. Брянцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга), г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук (НИЦЭБ РАН - СПб ФИЦ РАН), г. Санкт-Петербург

E-mail: [eyavid@mail.ru](mailto:eyavid@mail.ru)

**Аннотация.** Впервые исследован компонентный состав низкомолекулярных вторичных метаболитов у *Potamogeton perfoliatus* L. (рдеста пронзеннолистного) из Щучьего залива, который является участком, определяемым как «зона экологического риска». Пробы растительного материала отобраны близ дамбы (проба №1), где происходила концентрация загрязняющих веществ от Приозерского ЦБК, и в удаленности от дамбы (проба №2). Эфирное масло *P. perfoliatus* L. содержало 77 (проба №1) и 54 (проба №2) низкомолекулярных органических соединений (НОС), что говорит о высокой вариабельности компонентного состава метаболитов в зависимости от условий произрастания растений. Вещества, обладающие наибольшей концентрацией, схожи в пробе №1 и №2. Это объясняется их близким территориальным расположением (менее 300 метров). В общем, в пробе №1 лидирующим классом явились альдегиды, а в пробе №2 – эфиры. Данный факт объясняется тем, что именно альдегиды отвечают за обратную реакцию на стрессовые ситуации (загрязнение водоема сбросами с ЦБК), в то время как эфиры проявляют себя в экосистемах как антибактериальные и фунгицидные соединения (скорее всего, макрофит пробы №2 был подвержен значительным биотическим воздействиям). Полученные результаты показали, что существует возможность использования низкомолекулярных метаболитических профилей водных макрофитов для исследования и оценки экологического состояния водных систем. Более того, компонентный состав НОС водных макрофитов и их роли в водных экосистемах, в частности - рдестов, изучен достаточно слабо, и это определяет задачу дальнейших всесторонних исследований закономерностей формирования низкомолекулярного метаболома водных растений.

**Ключевые слова:** макрофиты, *Potamogeton perfoliatus*, летучие низкомолекулярные органические соединения, хромато-масс-спектрометрия, Ладожское озеро, водные экосистемы

В настоящее время в мире интенсивно развиваются хромато-масс-спектрометрические исследования растений. Наиболее высокими темпами идёт развитие хромато-масс-спектрометрических исследований в отношении наземных растений, прежде всего имеющих пищевое, медицинское, фармакологическое значение и продуцентов эфирных масел. Подобных же работ в отношении водных растений в сотни раз меньше. Водные макрофиты играют важную роль в формировании химического состава органических веществ в водоемах. Они продуцируют и выделяют в окружающую среду ряд соединений, которые называются метаболиты - вещества, образующиеся в клетке в процессе метаболизма. Так как соединения, которые входят в состав метаболитов водных растений, являются биологически активными, то есть при малых концентрациях они способны участвовать в физиологических процессах живых организмов, то становится понятным интерес к этим веществам с точки зрения функционирования и управления экосистем. Одним из ярких примеров служит возможность подавления «цветения» водоемов с использованием низкомолекулярных



органических соединений растений, относящихся к группе аллелохемиков, для угнетения роста водорослей и цианобактерий в водных объектах (Курашов и др., 2012).

Впервые исследован компонентный состав низкомолекулярных вторичных метаболитов у *Potamogeton perfoliatus* L. (рдеста пронзеннолистного) из Щучьего залива Ладожского озера. Залив Щучий – это водный объект у западного побережья Ладожского озера близ г. Приозерска. Он является участком, определяемым как «зона экологического риска». Южная часть залива на протяжении 20 лет загрязнялась сточными водами Приозерского ЦБК, поступающими из озера Дроздово. Акватория Щучьего залива разделена дамбой, которая, в теории, не должна была допустить распространение отходов. Растительный материал отбирался близ дамбы (проба №1) и в удаленности от дамбы (проба №2).

Метаболитный состав НОС *P. perfoliatus* L. практически не изучен, не известны закономерности его изменения в зависимости от особенностей различных местообитаний (характеристик водной среды и действующих факторов биотической и абиотической природы). Для разрешения этой проблемы (во всяком случае, частичного) были проведены исследования низкомолекулярных органических соединений рдеста пронзеннолистного, произрастающего в заливе Ладожского озера.

Так как соединения, которые входят в состав метаболитов водных растений, являются биологически активными, то есть при малых концентрациях они способны участвовать в физиологических процессах живых организмов, то становится понятным интерес к этим веществам с точки зрения функционирования и управления экосистем. Одним из ярких примеров служит возможность подавления эвтрофирования водоемов с использованием НОС растений, относящихся к группе аллелохемиков, для угнетения роста макрофитов или водорослей в водных объектах (Курашов и др., 2014).

Эфирное масло *P. perfoliatus* L. содержало 77 (проба №1) и 54 (проба №2) низкомолекулярных органических соединений, что говорит о высокой вариабельности компонентного состава метаболитов в зависимости от условий произрастания растений.

В пробе №1 обнаружено 27 веществ, чья концентрация превышала 1%.

Наибольшая концентрация отмечена у альдегида 2-гексенала – 11,8%. По всей вероятности, 2-гексеналь продуцируется растениями как ответная реакция на повреждение для защиты тканей от паразитических организмов. Также, отмечается высокое содержание фталатов, при этом бис-2-этилгексил-фталат (7.1%) и дибутилфталат (6.1%) занимают 2 и 3 место по концентрации и их суммарное содержание составляет 13.2%. Бис-2-этилгексил-фталат – доминирующий фталат известен как наиболее часто используемый в качестве добавки в строительные материалы. Дибутилфталат – компонент многих типов клея, растворителей, также, используется в качестве репеллента от насекомых. Высока вероятность того, что данные фталаты не антропогенного происхождения (накопление в тканях веществ из сбросов ЦБК), а естественного как ответная реакция макрофита на загрязнение акватории. Важное значение имеет ациклический дитерпеновый спирт фитол, чья концентрация составляет 3.2%. Его функции еще мало изучены, но, по всей вероятности, он играет защитную роль: отпугивает растительноядных организмов. В практическом применении фитол используется в косметологии, фармакологии и медицине.

Интересным фактом было обнаружение в пробе №1 стероида боластерон со значительной концентрацией 2.5%. Боластерон - анаболический фитоэкидистероид, чье промышленное производство началось в 1950-х годах в США как лекарство против рака груди у женщин. Со временем по неизвестным причинам его исключили из продаж. Сейчас он практически нигде не производится. В России оборот и сбыт боластерона считается незаконным. В составе живых организмов фитоэкидистероиды играют важную роль: например, они являются гормонами линьки у членистоногих и ракообразных. При этом доказано, что при поедании организмами растений, выделяющих стероиды, членистоногие получают внутренние повреждения (преждевременная линька, потеря массы), что может доходить до летального исхода. (Тимофеев, 2006). Следовательно, можно говорить о защитной от растительноядных организмов функции боластерона.

Обобщая данные, полученные от веществ с наибольшей концентрацией, можно утверждать, что изученный рдест пронзеннолистный находился в неблагоприятной обстановке, где ответом на загрязнение акватории было интенсивное выделение фталатов. Также можно предположить, что в тех условиях (загрязнение залива вызвало эвтрофирование, следовательно, увеличение питательных веществ для водных организмов) активно развивались растительоядные членистоногие, на которых макрофит ответил увеличением концентрации фитола и боластерона. Для обеззараживания поврежденных тканей рдест пронзеннолистный продуцировал 2-гексеналь.

В пробе №2 обнаружено 23 вещества, концентрация которых превышала 1%. Наибольшая концентрация в пробе №2 наблюдалась у гексадекановой кислоты (пальмитиновая кислота) – 13.8%. Гексадекановая кислота – наиболее распространенная в природе жирная кислота, которая входит в состав большинства животных жиров и растительных масел (Реутов, 2004). В экологическом плане гексадекановая кислота необходима растениям для подавления обрастания цианобактериями. Получены данные, что у *Nuphar lutea* гексадекановая кислота играет основную защитную роль и участвует в аллелопатических взаимодействиях растений (Курашов и др., 2014).

Можно сделать вывод о том, что лидирующие позиции (1,2,3 место) занимают вещества, отвечающие за ингибирование роста водорослей, грибов и растительоядных организмов: 2-гексеналь (8.7%), гексадекановая кислота (13.8%) и фитол (9.3%). Вещества, продуцируемые для защиты от загрязнений акватории (дибутилфталат (7.4%), бис-2-этилгексил-фталат (4.7%)) также присутствуют, но уже в меньших концентрациях. Это говорит о том, что экологическая обстановка водоема относительно загрязнений улучшилась, но продолжается обрастание макрофита водорослями и атака растительоядных организмов.

В общем, вещества, обладающие наибольшей концентрацией, схожи в пробе №1 и №2. Это объясняется их близким территориальным расположением (менее 300 метров). Но следует учитывать, что за эти 300 метров взвесь антропогенных веществ с ЦБК рассеивается, поэтому в точке отбора пробы №2 экологическая обстановка чище, чем в точке отбора пробы №1. То же подтверждает и анализ НОС макрофитов проб №1 и 2.

Подводя итог, можно отметить, что НОС соседствующих проб (№1 и №2) схожи по качественным характеристикам, но концентрации отличаются. В общем, в пробе №1 лидирующим классом явились альдегиды, а в пробе №2 – эфиры. Данный факт объясняется тем, что именно альдегиды отвечают за обратную реакцию на стрессовые ситуации (загрязнение водоема сбросами с ЦБК), в то время как эфиры проявляют себя в экосистемах как антибактериальные и фунгицидные соединения (скорее всего, макрофит пробы №2 был подвержен значительным биотическим воздействиям).

### Список литературы

Курашов Е.А., Крылова Ю.В. 2012. Низкомолекулярные вторичные метаболиты высших водных растений и перспективы управления автотрофным звеном в водных экосистемах. Биология внутренних вод: Материалы XV Школы-конференции молодых учёных: 29-60.

Курашов Е.А., Крылова Ю.В., Митрукова Г.Г., Чернова А.М. 2014. Летучие низкомолекулярные метаболиты водных макрофитов, произрастающих на территории России и их роль в гидроэкосистемах. Сибирский экологический журнал 4: 573-591.

Реутов О.А. 2004. Органическая химия. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004, 255 с.

Тимофеев Н.П. 2006. Достижения и проблемы в области изучения, использования и прогнозирования биологической активности экистероидов. Бутлеровские сообщения 8 (2): 7-35.

IX Научно-практическая конференция молодых учёных  
с международным участием,  
посвященная 140-летию ВНИРО

**СОВРЕМЕННЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

11-12 ноября 2021 года, г. Москва

ФГБНУ «ВНИРО»  
107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17  
Тел.: +7 (499) 264-65-33