

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



XI международная научно-практическая конференция
молодых учёных и специалистов

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

25-26 сентября 2023 года

г. Санкт-Петербург

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»
(ФГБНУ «ВНИРО»)

XI международная научно-практическая конференция молодых учёных
и специалистов

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

25-26 сентября 2023 года, г. Санкт-Петербург

Москва
Издательство ВНИРО
2023

Рецензенты:

Буяновский А.И., д.б.н., главный научный сотрудник отдела гидробионтов прибрежных экосистем
ФГБНУ «ВНИРО»;

Микодина Е.В., д.б.н., профессор МГУТУ им. К.Г. Разумовского;

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 XI международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов / Под ред. М.В. Сытовой, И.И. Гордеева, В.А. Голотина, Т.А. Филатовой, Д.К. Митрюшкиной, Е.А. Кондаковой – М.: Изд-во ВНИРО, 2023. – 246 с.

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



Уважаемые участники XI международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса»!

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!

Привлечение молодежи в науку – важнейшее условие конкурентоспособности нашей страны.

XI международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса» – это замечательный праздник науки, на котором молодые учёные и специалисты получают возможность представить сообществу исследователей результаты своих изысканий и получить опыт публичных выступлений.

2023 год даст начало доброй традиции проведения ежегодной конференции в одном из филиалов большого ВНИРО. В этом году старт состоится в северной столице, в городе Санкт-Петербурге.

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

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

Директор ФГБНУ «ВНИРО»
доктор экономических наук, доцент

Кирилл Викторович Колончин



Оглавление

Особенности биологии <i>Cephalocassis borneensis</i> (Bleeker, 1851) в дельте реки Меконг (Вьетнам)	13
Э.Р. Аблязов, И.И. Чеснокова, С.В. Куршаков, Е.П. Карпова, Ку Нгуен Динь	13
Результаты изучения патологических состояний ихтиофауны на примере рыбака реки Урал в Илекском районе Оренбургской области России	17
Я.В. Александров, И.Ю. Домницкий, В.П. Масликов, А.Н. Богачёв	17
Гельминты некоторых видов рыб реки Москва в районе ЗБС МГУ	20
С.А. Аракелян, В.И. Джафарова, М.А. Боткина, Р.М. Мухамедияров, В.О. Рончикова, И.И. Гордеев	20
Оценка экологического состояния р. Охта по показателям макрозообентоса в летний период (по данным 2018 и 2022 г.)	24
А.О. Аристова	24
Перспективные направления использования мышечной ткани осетровых рыб при создании специализированной пищевой продукции	26
А.В. Артемов, Е.Н. Харенко	26
Режимы хранения подмороженной пищевой рыбной продукции в соответствии с требованиями технического регламента «О безопасности рыбы и рыбной продукции»	29
Л.О. Архипов, А.И. Гриневич, Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин	29
Цифровой формат для систематизации первичных ихтиологических и гидробиологических данных	32
В.В. Безматерных, И.В. Поздеев, С. П. Огородов, Е. М. Целищева	32
Паразитологическое исследование тихоокеанского белокорого палтуса <i>Hippoglossus stenolepis</i> Schmidt, 1904 западной части Берингова моря в весенний период 2022 года	35
П.С. Беляев, Ф.А. Мельникова, А.В. Согрина	35
Таксономическая структура и биомасса зоопланктона в прибрежной зоне юго-западной части Охотского моря в 2020–2023 гг.	37
К.В. Богданова А.П. Лозовой	37
Современное состояние промысла камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в пределах Магаданской области, анализ и перспективы	40
Ф.А. Бурлак	40
Выявление возбудителей эпизоотически значимых заболеваний лососевых рыб на рыбобreedных заводах Ленинградской области в 2021-2022 гг.	43
А.А. Быстрова, А.С. Прищепина, О.И. Репина, Е.М. Соловьева	43
Распределение осетра сибирского <i>Acipenser baerii</i> в нижнем течении реки Лена	46
А.Б. Васёв, О.Ю. Вилкова	46
Изученность паразитофауны рыб реки Северная Двина	49

<i>Н.С. Владыкина</i>	49
Гибрид русского осетра и калуги - перспективный объект индустриального рыбоводства	52
<i>А.П. Воробьев, А.А. Арчибасов, Е.А. Мельченков, Ю.А. Новоселова</i>	52
Диагностика триплоидии сиговых рыб в поздний эмбриональный период путем сравнения морфологии крови	56
<i>М.М. Вылка, А.А. Лютиков, В.А. Голотин</i>	56
Оценка влияния гидромеханизированных работ на зоопланктонные сообщества Куйбышевского водохранилища	59
<i>М.А. Гвоздарева, А.В. Мельникова</i>	59
Оценка современного состояния естественного воспроизводства атлантического лосося реки Волонга	63
<i>Э.А. Генрих, Г.М. Устюжнинский</i>	63
Влияние изменчивости условий среды на развитие зооперифитонного комплекса малых рек юга Тюменской области	66
<i>А.Г. Герасимов, А.А. Герасимова, Т.А. Шарапова</i>	66
Метод идентификации икры рыб для выявления фальсифицированной продукции	69
<i>Е.С. Гусева</i>	69
Взаимодействие горчака <i>Rhodeus sericeus amarus</i> и двустворчатых моллюсков в Москве-реке	72
<i>М.Г. Гуцин, А.О. Селин, А.Д. Чистяков, Ф.А. Федотов, И.И. Гордеев, С.Д. Павлов</i>	72
Применение результатов генетической идентификации при определении смертности молоди кеты (<i>Oncorhynchus keta</i>) Западной Камчатки по материалам осенней траловой съемки 2018 г.	75
<i>А.Д. Денисенко, О.В. Зикунова, О.А. Пильганчук, В.В. Савенков</i>	75
Новый домен экспрессии <i>Sox3</i> в развитии хвостового отдела <i>Danio rerio</i>	78
<i>Е.А. Евнукова, Е.А. Кондакова, М.А. Кулакова, В.И. Ефремов</i>	78
Зообентос водохранилищ Волго-Балтийского водного пути в пределах Вологодской области	81
<i>К.Н. Ивичева, И.В. Филоненко</i>	81
Современное состояние рыболовства в речной части Шекснинского водохранилища	84
<i>А.А. Игнашев, М.Я. Борисов</i>	84
Новые сведения по гидрохимии озер Челябинской области	87
<i>М.Ф. Изиметова</i>	87
Морфологическая реализация репродуктивной стратегии сома <i>Cephalocassis borneensis</i> (Siluriformes: Ariidae)	90

<i>А.В. Иськив, Е.П. Карпова, Э.Р. Аблязов, И.И. Чеснокова, С.В. Куршаков, Д.Г. Шавриев, Д.Н. Ку, Ч.Т.К. Зьонг, М.К. Ле</i>	90
Мониторинг паразитофауны плотвы (<i>Rutilus rutilus</i> L. 1758) Финского залива	93
<i>А.В. Каменченко</i>	93
Характеристика покатной миграции ихтиопланктона в нижнем течении реки Ока	96
<i>Р.К. Катаев</i>	96
Динамика холодолюбивого планктона при сильном волнении и турбулентности в акватории Абхазии	100
<i>М.Р. Каталандзе, Р.С. Дбар, Е.Р. Вольтер</i>	100
Изменчивость сезонности как одно из проявлений бореализации на примере Баренцева и Берингова морей	104
<i>К.К. Кивва, А.А. Сумкина</i>	104
Исследование разнообразия филогенетических линий палии (<i>Salvelinus alpinus</i>) Ладожского озера для генетического мониторинга искусственного воспроизводства	107
<i>М.Н. Киселева, Д.К. Митрюшкина, Т.А. Филатова, А.Э. Мамаева</i>	107
Применение иммуномодулятора Ронколейкин при выращивании арктического гольца в условиях бассейнового хозяйства Ленинградской области	110
<i>М.И. Ковальчук, В.А. Назаров, Т.А. Нечаева</i>	110
Развитие щитовидной железы в эмбриогенезе и постэмбриогенезе пеляди, нельмы и их гибрида	113
<i>Е.А. Кондакова, П.В. Бабина, В.А. Богданова</i>	113
Сравнительный анализ паразитофауны густеры <i>Blicca bjoerkna</i> (Cyprinidae) двух водотоков дельты р. Волга	116
<i>А.В. Конькова, Е.А. Овчинникова, Л.Р. Бакаева, Д.Р. Файзулина, Ю.М. Ширина, И.А. Богатов</i>	116
Исследование методом ДНК-комет клеток крови молоди стерляди в условиях аквакультуры	120
<i>А.В. Конькова, Д.Р. Файзулина, Ю.М. Ширина, И.А. Богатов</i>	120
Традиционные и современные подходы в оценки зарастания водных объектов высшей водной растительностью	123
<i>А.И. Кочеткова, Е.С. Брызгалина</i>	123
Изучение антиоксидантного потенциала спирулины сушеной	126
<i>Н.В. Кунаева, М.Д. Нестерова</i>	126
Вирулентность гемокультур, выделенных из организма <i>Parasalmo mykiss</i> (форель радужная)	130
<i>А.А. Кучко, Н.А. Сидорова, М.А. Германова</i>	130

Рыбная продукция на основе комбинированных пищевых матриц как элемент здорового питания	133
<i>Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин, А.И. Гриневич, Л.О. Архипов, О.В. Бредихина</i>	133
Микро- и ультраструктура чешуи малого и большого желтых горбылей	137
<i>С. Ли, К.А. Жукова</i>	137
Сезонная и межгодовая изменчивость поля потока скрытого тепла по данным реанализа ERA5 в дальневосточных морях	140
<i>Д.М. Ложкин, Г.В. Шевченко</i>	140
Исследования восточного сектора Арктики: настоящее и будущее	143
<i>О.А. Мазникова, А.А. Байталюк, П.О. Емелин</i>	143
Результаты исследований линейного роста леща (<i>Abramis brama</i> L., 1758) Нижнекамского водохранилища	146
<i>К.В. Майданов, Ю.А. Северов</i>	146
Оценка качества воды озера Белого (Вологодская область) в период «цветения» по функциональным группам фитопланктона	150
<i>Н.Н. Макаре́нкова</i>	150
Гистологические исследования гонад сельди-черноспинки <i>Alosa kessleri kessleri</i> (Grimm, 1887) в период нерестовой миграции 2023 г.	154
<i>О.В. Макеева, Е.Г. Макарова, Н.В. Козлова</i>	154
Гаплотипирование палии <i>Salvelinus alpinus</i> Ладожского озера по фрагменту контрольного региона мтДНК	157
<i>А.Э. Мамаева, Т.А. Филатова, О.В. Апаликова</i>	157
Особенности структуры фитопланктона реки Кара в осенний период	160
<i>Е.В. Медведева</i>	160
Возрастной состав белокорого палтуса <i>Hippoglossus stenolepis</i> (Schmidt, 1904) в водах Восточной Камчатки	164
<i>Ф.А. Мельникова, А.О. Трофимова, Е.В. Ведищева, А.В. Согрина</i>	164
Влияние географической изоляции на генетическую изменчивость нельмы в Кубенском озере	166
<i>Д.К. Митрюшкина, М.Н. Киселева, О.В. Апаликова</i>	166
Анализ концентрации хлорофилла «а» фитопланктона и трофический статус устьевого участка р. Ока в летний сезон 2023 года	169
<i>Д.В. Мушаков</i>	169
Молекулярно-генетическая идентификация <i>Gyrodactylus salaris</i> у атлантического лосося и радужной форели Северо-Запада России	173
<i>Л.Н. Мюге, А.Н. Париуков, Е.П. Иешко, Н.С. Мюге</i>	173

Характеристики промысла и аквакультуры в лагуне Няфу, провинция Кханьхоа	176
<i>Нгуен Тхи Лан, Хорошутина О.А., Нгуен Фьонг Льен, Хоанг Нок Лам, Фан Фонг Хуан, Ву Вьет Зунг</i>	176
Физиолого-биохимические показатели самок белуги (<i>Huso huso</i>) в нерестовый период	179
<i>Ф.И. Никитин, Н.В. Козлова</i>	179
Морфо-физиологические показатели ерша обыкновенного (<i>Gymnocephalus cernuus</i> , Linnaeus, 1758) из мелководной части восточной части Финского залива Балтийского моря	182
<i>А.К. Оборина, З.Г. Каурова</i>	182
Анализ доступности рыбных продуктов населению Российской Федерации	185
<i>А.Н. Колмаков, А.О. Павлова</i>	185
Первая находка красноперки (<i>Scardinius erythrophthalmus</i> Linnaeus, 1758) в Кубенском озере Вологодской области	189
<i>Е.С. Попета, С.А. Непоротовский</i>	189
Влияние мелиорации на естественное воспроизводство биоресурсов на Верхнем плесе Цимлянского водохранилища	193
<i>О.С. Прошкина, И.А. Андреева, В.А. Чухнин</i>	193
Результаты мониторинговых исследований солоноватых водоемов Алтайского края (Кулундинской равнины)	196
<i>Я.С. Пяткова, Т.О. Ронжина, Д.А. Сурков, Г.Д. Толкушкина, В.И. Щербаков</i>	196
Оценка влияния любительского рыболовства на состояние запасов западнокамчатской чавычи	199
<i>А.Г. Расходчикова, О.В. Зикунова</i>	199
Проблемы рационального использования водных биологических ресурсов в заморных озерах Алтайского края	203
<i>Г.А. Романенко</i>	203
Альгинаты из бурых водорослей – природные стабилизаторы пищевых систем, абсорбенты и компоненты медицинских продуктов	205
<i>А.Н. Рощина, А.В. Подкорытова</i>	205
Актуализация терминов в области консервов и пресервов из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей	208
<i>Е.А. Саввина, М.М. Дяченко, Е.Ю. Поротикова</i>	208
Новые данные об условиях воспроизводства, вертикальном распределении икры минтая в глубоководном каньоне Авачинского залива	211
<i>Д.Я. Саушкина, А.И. Варкентин, О.Б. Тепнин</i>	211
Размерно-весовая характеристика возвратных гибридов калуги и стерляди	215
<i>В.А. Свидерский</i>	215

Актуализация стандарта на пищевую рыбную продукцию холодного копчения из лососевых и сиговых рыб	218
<i>С.А. Соловьева, Т.В. Захарова, М.М. Дяченко</i>	218
Зообентос лососевых рек южного берега Финского залива	221
<i>Е.А. Стратаненко</i>	221
Количественные показатели биомассы рачков артемии <i>Artemia</i> Leach, 1819 гипергалинных водоемов Алтайского края в вегетационный период 2022 г.	223
<i>М.А. Табакова, Г.В. Лукерина, В.И. Щербаков</i>	223
О возможности пропуска нереста тихоокеанского белокорого палтуса <i>Hippoglossus stenolepis</i> Schmidt, 1904	226
<i>Н.Ю. Терпугова, П.С. Беляев, А.В. Согрина, Е.В. Ведищева</i>	226
Морфологические изменения в жабрах рыб при инвазии <i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	228
<i>Н.Ю. Терпугова, С.В. Биндюков, А.А. Журавлева</i>	228
Физиологическое состояние долгинской сельди в Каспийском море в весенний период 2023 г.	230
<i>И.О. Уколова, Н.В. Козлова</i>	230
Современные требования к качеству живой рыбы	232
<i>Н.Н. Харченко, Ю.Р. Герлова, Е.Н. Романенкова</i>	232
Использование микробиологических показателей для оценки экологического состояния рыбохозяйственных водоемов	235
<i>Н.А. Чечкова, Н.А. Сидорова</i>	235
Содержание микропластика в донных отложениях Мешинского залива в 2021 г.	237
<i>К.А. Шевчук</i>	237
Некоторые данные по росту и питанию молоди нельмы <i>Stenodus nelma</i> (Pallas, 1773) при выращивании в рыбопитомнике «Ванзетурский сор»	240
<i>А.В. Шерышова, А.А. Евсеева</i>	240
Оценка генетического разнообразия стад русского осетра (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i> Brandt, 1833) каспийской популяции семи осетровых рыбоводных заводов ФГБУ «Главрыбвод»	243
<i>В.Д. Щербакова, А.Е. Барминцева, А.С. Сафронов</i>	243

Особенности биологии *Cephalocassis borneensis* (Bleeker, 1851) в дельте реки Меконг (Вьетнам)

Э.Р. Аблязов^{1,2}, И.И. Чеснокова^{1,2}, С.В. Кушаков^{1,2}, Е.П. Карпова^{1,2}, Ку Нгуен Динь³

¹ФИЦ ИнБЮМ, г. Севастополь

²ИПЭЭ РАН, Москва

³Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, г. Хошимин

e-mail: e_ablyazov@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ некоторых морфофизиологических показателей сома *Cephalocassis borneensis* (Bleeker, 1851) (n=829), одного из представителей семейства Ariidae, играющего важную роль в рыболовстве дельты Меконга. Установлено соотношение полов анализируемого вида 1:0,58 (♂:♀). Самки достоверно крупнее самцов по всем размерно-массовым характеристикам и морфофизиологическим индексам. Гонадо-соматический индекс самок выше, чем данный показатель у самцов в 20-25 раз (без учета нерестящихся особей).

Ключевые слова: *Cephalocassis borneensis*, упитанность, индекс печени, гонадосоматический индекс, размерно–массовые характеристики.

Cephalocassis borneensis (Bleeker, 1851) (рис. 1) представитель сомов семейства Ariidae. Согласно международной базе данных Fishbase (Froese, Pauly, 2023) отсылающей к работам (Kottelat et al., 1993; Kottelat, 2001), он населяет солоноватые и пресные воды Западной и Центральной части Тихого океана. По Marceniuk, Menezes (2007) данный вид обитает в пресных водах Южной и Юго-восточной Азии, что согласуется с нашими наблюдениями.

Для дельты реки Меконг Ариевые сомы являются массовыми представителями ихтиофауны. Местное население активно использует их в коммерческих целях и для собственного потребления. Их добывают с помощью разнообразных снастей (в основном донными травами, неводами и жаберными сетями). Тем не менее биология видов описана слабо. Имеются некоторые сведения для популяции *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) (То, Tran, 2019; Kutsyn et al, 2021; Phaeviset et al., 2021). У *C. borneensis* в недавно опубликованной работе (Le, Duong, 2023) описывается морфология и репродуктивная биология. Прочая информация о биологии этого вида практически отсутствует. В связи с этим изучение особенностей жизнедеятельности *C. borneensis* представляет несомненный интерес.



Рисунок 1. *C. borneensis* (А – обычный экземпляр; Б – самец во время вынашивания икры).

Сбор материала проводили в 2019 г (январь–март, октябрь–ноябрь), 2020 г (февраль–март, июнь, декабрь), 2021 г (январь, май, декабрь) и 2022 гг. (октябрь–декабрь). Обловы выполняли бимтралом с шириной рамы 4 м, высотой 0.4 м и шагом ячейки тралового мешка 10 мм. Всего проведено 526 тралений, выловлено и проанализировано 829 экземпляров *C. borneensis*.

Анализ включал измерение общей (TL) и стандартной (SL) длин, общей массы тела (W), массы печени, гонад и рыбы без внутренностей (PG). При определении стадии зрелости гонад использовали схему Киселевича (Правдин, 1966). Измерения длины проводили с точностью до 1 мм, массы – до 0,01 г.

У анализируемых рыб рассчитывали коэффициенты упитанности по Кларк: $K_k = 100PG/TL^3$. Индекс печени и гонадосоматический индекс оценивали по формуле: $X = 100A/W$, где X – индекс органа, %; A – масса органа, г; W – масса рыбы, г.

Основные морфофизиологические показатели *C. borneensis* представлены в табл. 1

Таблица 1. Морфофизиологические показатели *C. borneensis*.

	Общее	Самки	Самцы	Ювенильные
TL , см	11,1±0,2 3,5–21	14,0±0,2* 4,4–21	12,2±0,2 6,9–19,0	6,6±0,1 3,5–9,6
SL , см	8,7±0,1 2,7–15,5	11,2±0,1* 3,5–15,1	10,13±0,1 5,5–15,5	5,2±0,1 2,7–7,9
Масса, г	12,93±0,38 0,31–45,30	21,63±0,62* 0,54–45,30	15,67±0,48 2,59–42,18	2,19±0,10 0,31–7,36
Упит. По Фульгону	0,75±0,01 0,45–1,11	0,76±0,01* 0,49–1,11	0,72±0,01 0,50–1,03	0,74±0,01 0,45–1,02
ГСИ	–	5,94±0,46* 0,03–20,96	0,23±0,05 0,03–1,95	–
ИП	–	1,82±0,04* 0,24–3,29	1,53±0,05 0,3–4,95	–

Примечание: * - достоверные отличия при сравнении с самцами

Установлено, что соотношение полов *C. borneensis* составило 1:0,58 (♂:♀). Полученные нами данные несколько отличаются от представленных в работе (Le, Duong, 2023), в которой среднее годовое соотношение полов составило 1:1,25, т.е. с преобладанием самок. Авторы отмечают, что данный показатель сильно варьирует в зависимости от месяца от 1:0,80 в мае до 1:2,28 в сентябре. Такой разброс может быть связан с особенностями биологии данного вида (миграциями и размножением).

Выявлены достоверно более высокие значения размерно-весовых характеристик и морфофизиологических индексов у самок сомов по сравнению с самцами. Диапазон общей длины самок составил 4,4–21,0 см, самцов 6,9–19,0 см. Этот диапазон шире представленного в работе (Le, Duong, 2023) – самки 8,5–18,6 см самцы 7,2–17,6 см. По данным (Froese, Pauly, 2023), отсылающей к работе (Martin-Smith, Tan 1998) стандартная длина *C. borneensis* может достигать 30 см. Однако исследование в работе авторов выполнено в провинции Сабах (Малазия). Очевидно, что для дельты Меконга такие значения длин не характерны, или же в последний период времени произошло резко уменьшение размеров особей, возможно в следствие массового вылова крупных рыб местным населением. Следует так же отметить, что установленное нами достоверное большее значение общей длины *C. borneensis* по сравнению с самцами, в работе (Le, Duong, 2023) показано только для незрелых самок и самцов, а у половозрелых особей отличия отсутствуют.

Диапазон масс для самок составил 0,54–45,30 г, для самцов 2,59–42,18 г, что в целом согласуется с данными в работе (Le, Duong, 2023), авторы также отмечают достоверно большие значения массы самок по сравнению с самцами. Однако средние значения массы тела рыб (особенно самок) выше в нашем исследовании, что, возможно, связано с

различными подходами к анализу данных (в нашей работе отсутствует разделение самок на зрелых и не зрелых – все особи с гонадами самок от II до VI объединены в общий массив).

Значения гонадо-соматического индекса самок существенно выше (в 20–25 раз), чем аналогичные показатели самцов. В нашей работе отсутствовала возможность круглогодичного мониторинга гонадо-соматического индекса (ГСИ), имеющиеся данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. Гонадо-соматический индекс *C. borneensis*

Пол \ месяц	октябрь	ноябрь	декабрь	февраль
самки	4.51±0.75	5.7±0.62	-	7.87±1.15
самцы	0,12±0,04	0,18±0,06	0,48±0,10	1,00±0,51

Нерестящиеся самки в период исследования практически отсутствовали, встречаясь единично в октябре. Самцы, в свою очередь, были представлены особями с гонадами на стадии покоя. Что согласуется с работой (Le, Duong, 2023), в которой указывается период нереста *C. borneensis* с июня по октябрь с пиком в сентябре.

Как и в случае ГСИ, круглогодичный мониторинг упитанности при проведении работ был не доступен. Имеющиеся данные для самок и самцов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Упитанность по Фультону *C. borneensis*

Пол \ месяц	октябрь	ноябрь	декабрь	февраль
самки	0.75±0.01	0.75±0.01	0.89±0.09	0.79±0.02
самцы	0.70±0.01	0.71±0.01	0.73±0.02	0.075±0.01

Для индивидуальных предпринимателей (ИП) так же установлены достоверно более высокие значения показателя у самок по сравнению с самцами.

Список литературы

- Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2023). FishBase. *Cephalocassis borneensis* (Bleeker, 1851). Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=280072> on 2023-09-07
- Kottelat M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari and S. Wirjoatmodjo, 1993. Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Indonesia: Periplus Editions (HK) LTD., 344 p.
- Kottelat M., 2001. Fishes of Laos. WHT Publications Ltd., Colombo 5, Sri Lanka, 198 p.
- Marceniuk, A.P. and N.A. Menezes, 2007. Systematics of the family Ariidae (Ostariophysi, Siluriformes), with a redefinition of the genera. Zootaxa 1416:1–126.
- To H. T. M., & Tran, D. D. (2019). Some of the reproductive biological characteristics of spotted catfish *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) in Tran De estuary, Soc Trang province. Journal of Fisheries Science and Technology 3: 55–61
- Kutsyn D. N., Ablyazov E. R., Ba Hai Truong, Nguyen Dinh Cu 2021. . The Size–Age Structure, Growth, and Maturation of the Spotted Catfish *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) (Siluriformes: Ariidae) from the Mekong Delta, Vietnam. Russian Journal of Marine Biology 47(1): P. 56–63. DOI: 10.1134/S1063074021010053
- Phaeviset P., Phomikong P., Avakul P., Koolkalaya S., Kwangkhang W., Grudpan C., Jutagate T. (2021). Age and growth estimates from three hard parts of the spotted catfish, *Arius maculatus* (Actinopterygii: Siluriformes: Ariidae), in Songkhla Lake, Thailand’s largest natural lake. Acta Ichthyologica et Piscatoria 51(4): 371–378. DOI:10.3897/aiep.51.74082
- Le N.-S., Duong T.-Y. 2023. Sexual dimorphism and reproductive biology of *Cephalocassis borneensis* (Siluriformes: Ariidae), a paternal mouth-brooding fish in the Mekong River. Journal of Fish Biology 102(6): 1296–1310. DOI:10.1111/jfb.15378

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть, 391 с.

Martin-Smith K.M., Tan H.H., 1998. Diversity of freshwater fishes from eastern Sabah: annotated checklist for Danum valley and a consideration of inter- and intra-catchment variability. Raffles Bull. Zool. 46(2): 573–604.

Результаты изучения патологических состояний ихтиофауны на примере рыба реки Урал в Илекском районе Оренбургской области России

Я.В. Александров, И.Ю. Домницкий, В.П. Масликов, А.Н. Богачёв

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Саратов
e-mail: saratovniro@vniro.ru

Аннотация. Были проведены исследования на рыбах, выловленных на реке Урал Илекского района в Оренбургской области России с применением патологоанатомического и паразитологического методов, компрессионной и микроскопической методик. При изучении представленного на исследование материала выраженных патологических процессов выявлено не было, но у 28 % особей нашли личиночные стадии нематоды *Raphidascaris acus* из сем. Anisakidae вне просвета кишечника и их фрагменты в его содержимом. Этот факт обуславливает необходимость продолжения исследовательских работ с увеличением количества изучаемых объектов в рамках регулярного и статистически достоверного мониторинга ситуации с учетом применения соответствующих методов и методик.

Ключевые слова: патологоанатомический и паразитологический методы, компрессионная и микроскопическая методики, информационно-аналитический метод, рафидаскаридоз.

Проведение регулярного мониторинга патологических состояний гидробионтов соответствует требованиям юридической составляющей правового поля рыбохозяйственной деятельности в Российской Федерации (Закон РФ от 14.05.1993 г № 4979-1 (ред. от 08.12.2020 г.) «О ветеринарии» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022 г.; приказ Минсельхоза России № 635 от 14.12.2015 г. (с изм. на 08.12.2020 г.); приказ Минсельхоза России № 476 от 19.12.2011 г. (с изм. на 25.09.2020 г.); Федеральный закон от 02.07.2013 г. 48-ФЗ (ред. от 11.06.2021 г.); Федеральный закон от 20.12.2004 166-ФЗ (ред. от 28.06.2022 г.)) и этот процесс может являться одним из основных лимитирующих факторов, воздействующих на изменение численности популяции рыба в водоёмах (Белянин и др., 2017).

В мае 2023 г в акватории реки Урал в Илекском районе были отмечены факты выявления паразитов у рыб, что послужило причиной проведения настоящих исследований.

Поступившие на исследования образцы ихтиофауны в количестве 30 экземпляров были выловлены на реке Урал в Илекском районе Оренбургской области России.

Представители ихтиофауны, поступившие для исследования, относятся к классу лучепёрые рыбы (Actinopterygii), отряду карпообразные (Cypriniformes), семейству карповые (Cyprinidae), роду рыба (Vimba), виду Рыбец (сырть, вимба, кефаль и др.), предположительно подвид сырть *Vimba vimba*. Рыбы имели длину от 19,5 до 23,5 см (в среднем 21,43 см) и вес от 158,77 до 245,81 г (в среднем 215,56 г). Тело умеренно высокое, слегка сжатое с боков тело с более коротким анальным плавником и хорошо заметным килем, покрытым чешуей на спине между спинным и хвостовым плавниками, крупные чешуйки плотно прилегали одна к другой. Форма головы была вытянута за счет удлиненного носа и скошенного рта, нижний рот имел полулунную форму и возможность сильно выдвигаться вперед и вниз при питании бентосом. Окраска спины была голубовато-серая, брюшко - серебристо-белого цвета, а грудные, брюшные и анальный плавники имели бледно-желтоватый оттенок.

Исследования проводили с применением патологоанатомического и паразитологического методов, компрессионной и микроскопической методик.

Для оценки эпизоотической ситуации на водоёме исследование рыб проводили по методу полного паразитологического вскрытия. Этот метод, разработанный профессором

Догелем В.А., предполагает отбор образцов от каждой рыбы для выявления патологий с окончательным определением вида найденных паразитов (Чернышёва и др., 2009).

При изучении литературных источников по тематике исследований применяли информационно-аналитический метод с последующим тщательным анализом результатов разработок отечественных и зарубежных авторов.

Для выявления патологий в полученном материале были изучены различные участки кожи, плавников, носовой и ротовой полостей, жабр, желчного и мочевого пузыря, брюшной полости, почек, сердца, пищеварительного тракта, печени, селезенки, гонад, головного и спинного мозга, хрящей, мышц и глаз.

При наружном осмотре кожного покрова и плавников рыб, изучении соскобов с поверхности тела паразитов не выявили (рис. 1).

Плавники отрезали, помещали на стекло в капле воды, а также делали соскоб и просматривали под микроскопом. Цисты микоспоридий, метацеркарии трематод, паразитические раки, гложидии и простейшие отсутствовали.



Рисунок 1. Вскрытие рыб (начальный этап), поступивших на исследование.

В носовые ямки рыб пипеткой впрыскивали воду, оттягивая обратно с водой слизь, которую исследовали на предметном стекле под микроскопом. Нахождение паразитических простейших и рачков не подтвердилось.

При изучении мазков из ротовой полости при малом и большом увеличении микроскопа рачков, пиявок, моногений, метацеркарий трематод и простейших выявлено не было.

При исследовании жабр вырезали жаберную крышку и просматривали её с внутренней стороны. Жаберные дуги после экстирпации помещали в чашку Петри, осматривали на наличие видимых паразитов, затем препаровальными иглами перебирали жаберные лепестки под микроскопом МБС. После чего делали соскоб с жаберных лепестков на предметное стекло в капле воды, накрывали его покровным стеклом и просматривали под микроскопом при малом и большом увеличении для выявления паразитов. Простейшие, споры микоспоридий, микроспоридии, моногений *Gyrodactylus* обнаружены не были.



Рисунок 2. Личиночные стадии нематоды *Raphidascaaris acus* из сем. Anisakidae возле петель кишечника.



Рисунок 3. Личиночные стадии нематоды *Raphidascaaris acus* из сем. Anisakidae, ув 2 X



Рисунок 4. В содержимом кишечника фрагменты нематоды *Raphidascaaris acus* из сем. Anisakidae, ув 2 X



Рисунок 5. В содержимом кишечника фрагменты нематоды *Raphidascaaris acus* из сем. Anisakidae, ув 2 X

При изучении брюшной полости нашли личиночные стадии нематоды *Raphidascaris acus* из сем. *Anisakidae* вне просвета кишечника (рис. 2, 3) и их фрагменты в его содержимом (рис. 4, 5). Во внутренних органах, головном и спинном мозге, мышцах и глазах в исследованном материале метацеркарий трематоды *Posthodiplostomum cuticola*, *Diplostomum spathaceum*, цестодозы *Khawia sinensis*, *Bothriocephalus gowkongensis*, *Digramma interrupta* и другие паразиты выявлены не были.

Таким образом, при изучении представленного на исследование материала выраженных патологических процессов выявлено не было, но у 28 % особей нашли личиночные стадии нематоды *Raphidascaris acus* из сем. *Anisakidae* вне просвета кишечника и их фрагменты в его содержимом.

Вопросы мониторинга и изучения количественного и качественного разнообразия патологических состояний ихтиофауны, обусловленных воздействием различных климатических и антропогенных факторов, при достаточно многочисленных исследованиях, проведённых ранее, остаются актуальными на фоне большого количества факторов влияния во всём многообразии их сочетаний. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость продолжения исследовательских работ с увеличением количества изучаемых объектов в рамках регулярного и статистически достоверного мониторинга ситуации с учетом применения соответствующих методов и методик.

Список литературы

Белянин И.А., Шашуловский В.А., Мосияш С.С. 2017. Оценка воздействия основных лимитирующих факторов на рост численности популяции рыбаца (*Vimba vimba vimba*) (Cyprinidae) - вселенца волгоградского водохранилища // Поволжский экологический журнал. 2017;(1):24-31. <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2017-1-24-31>

Закон Российской Федерации от 14.05.1993 г. № 4979-1 (ред. от 08.12.2020 г.) «О ветеринарии» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022)

Приказ Минсельхоза России от 14.12.2015 г. № 635 (с изм. на 8 декабря 2020г.)

Приказ Минсельхоза Российской Федерации от 19.12.2011 г. № 476 (с изм. на 25 сентября 2020 г.)

Федеральный закон от 02.07.2013 г. 148-ФЗ (ред. от 11.06.2021 г.) "Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148460/ff117046cad6134483cf0404b903073b695003cb/

Федеральный закон от 20.12.2004 г. 166-ФЗ (ред. от 28.06.2022 г.) "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов"http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/856b6aa7481e4adff8c72e4d43400e82544de974/

Чернышёва Н.Б., Кузнецова Е.В., Воронин В.Н., Стрелков Ю.А. 2009. Паразитологическое исследование рыб / Методическое пособие, СПб, 20 с.

Гельминты некоторых видов рыб реки Москва в районе ЗБС МГУ

С.А. Аракелян¹, В.И. Джафарова¹, М.А. Боткина¹, Р.М. Мухамедияров¹, В.О. Рончинова¹, И.И. Гордеев^{2,1}

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

Аннотация. В ходе студенческой самостоятельной работы проведено обследование пресноводных рыб из р. Москва в районе Звенигородской биологической станции МГУ им. М.В. Ломоносова. У 10 обследованных видов рыб было обнаружено 12 видов гельминтов. В основном рыбы были заражены трематодами рода *Diplostomum* и *Allocreadium transversale*. По показателям экстенсивность и интенсивности инвазии самыми зараженными были голавль *Leuciscus cephalus* и пескарь *Gobio gobio*. Из найденных видов паразитов потенциально опасными для здоровья человека были представители рода *Dibothriocephalus*.

Ключевые слова: паразит, Московская область, пресноводные рыбы, зараженность

Река Москва - крупная экосистема, включающая множество биологических сообществ. Для сохранения и рационального использования ресурсов данного водоема необходимо иметь представление о степени зараженности рыб гельминтами и их видовом разнообразии, а для отслеживания динамики заражения эти данные важно регулярно обновлять, что и представляет большой интерес для паразитологов. Река Москва является излюбленным водоемом для рыболовов, поэтому ежегодный мониторинг помогает предотвратить распространение паразитарных заболеваний у человека, а также у домашних и диких животных. Река подвергается значительному антропогенному воздействию, так как охватывает территории с высокой плотностью населения и большим количеством агро- и промышленных предприятий. Однако часть акватории до ее протекания через город Москва в районе Звенигородской биостанции МГУ им. М.В. Ломоносова им. С.Н. Скадовского (ЗБС МГУ) является хорошим местом для изучения «естественных» сообществ (Гаврилов и др., 2011). Целью данной работы является изучение гельминтов рыб р. Москва в районе ЗБС МГУ.

Вылов рыб производился 19-20 июня 2023 г. при помощи сачков Киналёва. Полное паразитологическое вскрытие проводилось по стандартной методике (Быховская-Павловская, 1985, Klimpel et al., 2019) в лабораторных условиях. Определение видов рыб проводилось по Соколову и др. (2002). Определение паразитов проводилось по определителю по ред. О.Н. Бауера (1985; 1987). Расчет паразитологических индексов проводился по Bush et al. (1997). Работы производились с применением бинокля «Микромед МС 2 Zoom 1CR» и микроскопа «Микромед 1 вар. 2–20» с объективами 4х, 10х и 100х.

Всего было поймано и проанализировано 60 особей 10 видов рыб (табл. 1).

В них были обнаружены паразиты из 6 групп: Cestoda, Nematoda, Trematoda, Acanthocephala, Muxosporaea, а также глосидии двустворчатых моллюсков. Из них после фиксации и окрашивания до вида были определены 7 организмов, до более крупных таксонов - 4. Также на поверхности тела пескаря *Gobio gobio* были обнаружены наросты с цистами *Muxobolus* sp. (табл. 2).

Таблица 1. Список исследованных представителей ихтиофауны.

Народное название	Вид	Кол-во особей	Масса тела, г	Длина по Смитту, см
окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	6	35,5±11,6	14±1,8

голавль	<i>Leuciscus cephalus</i>	12	18,12±6,12	10,14±0,98
елец	<i>Leuciscus leuciscus</i>	2	49,8±18,6	15,85±1,85
язь	<i>Leuciscus idus</i>	1	37,8	15,7
пескарь	<i>Gobio gobio</i>	12	10,88±1,68	10,55±0,42
жерех	<i>Aspius aspius</i>	5	7,76±1,16	8,8±0,34
плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	4	8,23±1,2	10,28±1,5
ёрш	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	1	10,3	8,6
щиповка	<i>Cobitis taenia</i>	9	5,78±0,52	9,69±0,32
горчак	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	8	1,21±0,17	4,27±0,2

Таблица 2. Зараженность паразитами исследованных видов рыб.

Хозяин (n)	Паразит	Экстенсивность (%)	Пределы интенсивности (Средняя интенсивность)	Локализация
<i>Perca fluviatilis</i> (6)	<i>Unio sp. / Anodonta sp.</i>	33,33	1-7 (5,00)	Плавники, жабры
	<i>Tylodelphys podicipina</i>	16,67	2 (2,00)	Хрусталик
	<i>Camallanus lacustris</i>	16,67	1 (1,00)	Кишечник
<i>Leuciscus leuciscus</i> (2)	<i>Camallanus sp.</i>	50	2 (2,00)	Кишечник
	<i>Diplostomum paracaudum</i>	100	20-60 (40,00)	Хрусталик
	<i>Dibothriocephalus sp.</i>	50	1(1,00)	Полость тела
	Nematoda gen. sp.	100	1 (1,00)	Печень, кишечник
	Trematoda gen. sp.	50	3 (3,00)	Жабры
<i>Leuciscus cephalus</i> (12)	<i>Diplostomum paracaudum</i>	75	1-24 (6,22)	Хрусталик, ретина
	<i>Diplostomum spathaceum</i>	8,33	2 (2,00)	Хрусталик
	<i>Diplostomum commutatum</i>	8,33	1 (1,00)	Хрусталик
	<i>Allocreadium sp.</i>	33,33	1-12 (4,50)	Печень, кишечник
	<i>Camallanus sp.</i>	16,67	1-5 (2,00)	Печень
	Acanthocephala gen. sp.	8,33	2 (2,00)	Печень
	Nematoda gen. sp.	8,33	2 (2,00)	Кишечник
	Trematoda gen. sp.	8,33	5 (5,00)	Мышцы
<i>Leuciscus idus</i> (1)	<i>Allocreadium sp.</i>	100	1 (1,00)	Кишечник
<i>Gobio gobio</i> (12)	<i>Unio sp. / Anodonta sp.</i>	16,67	1-2 (1,50)	Жабры
	<i>Allocreadium sp.</i>	69,23	1-23 (5,56)	Кишечник
	<i>Diplostomum paracaudum</i>	25	3-18 (10,33)	Хрусталик
	<i>Myxobolus sp.</i>	8,33	-	Кожа
	Trematoda gen. sp.	25	1 (1,00)	Мышцы
<i>Aspius aspius</i> (5)	<i>Diplostomum paracaudum</i>	100	4-16 (9,60)	Хрусталик
	<i>Camallanus sp.</i>	20	2 (2,00)	Кишечник
	Nematoda gen. sp.	60	2-7 (4,00)	Кишечник
<i>Rutilus rutilus</i> (4)	<i>Diplostomum paracaudum</i>	25	21 (21,00)	Хрусталик
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (1)	<i>Diplostomum paracaudum</i>	100	12 (12,00)	Хрусталик
	Trematoda gen. sp.	100	1 (1,00)	Сердце
<i>Cobitic taenia</i> (9)	<i>Diplostomum paracaudum</i>	11,11	1 (1,00)	Хрусталик
	<i>Dibothriocephalus sp.</i>	11,11	1 (1,00)	Кишечник

	<i>Allocreadium baueri cobitis</i>	11,11	1 (1,00)	Кишечник
<i>Rhodeus sericeus amarus</i> (8)	<i>Diplostomum paracaudum</i>	62,5	1-3 (2,00)	Хрусталик
	Trematoda gen. sp.	0,125	1(1,00)	Мышцы

Наибольшая экстенсивность и интенсивность отмечена у паразитов вида *Diplostomum paracaudum*. Данный вид был отмечен у всех исследованных видов рыб, кроме *Perca fluviatilis*, скорее всего в силу маленькой выборки. Стоит отметить, что по сравнению с предыдущими работами, проводившимися в этой же местности (Миронов и др., 2021, Лукин и др., 2022), не были встречены эктопаразиты. Из патогенных для человека организмов были найдены только 2 плероцеркоида рода *Dibothriocephalus* sp. По сравнению с 2019 г. (Кулешова и др., 2019) наблюдается снижение видового разнообразия паразитов и увеличение интенсивности заражения представителями рода *Diplostomum*, что в целом соответствует результатам 2021 (Миронов и др., 2021) и 2022 г. (Лукин и др., 2022) и сохраняет общий тренд. Этот тренд можно объяснить естественными волнами численности популяции, как самого паразита, так и его хозяев.

Максимальной численности достигает *D. paracaudum*, что может быть связано с его с широким распространением переносчиков - прудовиков (брюхоногих моллюсков) и чаек на территории вылова, а также с местом обитания выловленных особей хозяев - неглубоким, хорошо прогреваемым местом со слабо проточной водой, что способствует контакту церкарий трематод со вторым промежуточным хозяином. То же можно сказать и про *Allocreadium transversale*.

Таким образом, в основном рыбы были заражены трематодами *Diplostomum paracaudum* и *Allocreadium transversale*. По показателям экстенсивности и интенсивности инвазии самыми зараженными были — *Leuciscus cephalus* и *Gobio gobio*.

Благодарности. Авторы выражают благодарность к.б.н. Самойлову К.Ю., Бурменскому В.А. и Осадченко Б.В. (МГУ им. М.В. Ломоносова) за помощь в выполнении работы.

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.
- Лукин К.О., Родионов Р.Д., Юрченко Ю.О., Миронов Р.В., Смолина А.А., Гордеев И.И. 2022. Паразитофауна рыб некоторых водоемов в районе ЗБС МГУ в 2022 году. Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы X международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов / Под ред. И.И. Гордеева, А.С. Сафронова, А.А. Смирнова, К.К. Киввы, О.В. Воробьевой, Л.О. Архипова, О.А. Мазниковой, Е.В. Лаврухиной, А.А. Сумкиной – М.: Изд-во ВНИРО, 2022. – 416 с.
- Миронов А.В., Волосовец В.Д., Жулидов Д.О., Ткаченко Е.А., Гордеев И.И. 2021. Паразитологическое исследование некоторых видов рыб бассейна Москвы-реки. Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы

IX Научно-практической конференции молодых учёных с международным участием, посвященной 140-летию ВНИРО, с. 115–117.

Соколов Л.И., Цепкин Е.А., Павлов С.Д. 2002. Систематика и экология рыб бассейна Москвы-реки. М.: Изд-во МГУ, 92 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. 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

Оценка экологического состояния р. Охта по показателям макрозообентоса в летний период (по данным 2018 и 2022 г.)

А.О. Аристова

ФГБОУ ВО “Российский государственный гидрометеорологический университет”
e-mail: alencaa@mail.ru

Аннотация. Исследования проводились в рамках ежегодных полевых работ экологов Российского государственного гидрометеорологического университета с целью анализа экологического состояния реки. По материалам исследования сообществ донных беспозвоночных в 2018 и 2022 гг. рассчитаны индикационные индексы. Полученные данные подтверждают выводы о качестве вод реки Охта за предыдущие годы. Экологическое состояние реки Охта неблагоприятное, качество ее воды – низкое.

Ключевые слова: донные беспозвоночные, качество вод, сапробность

Река Охта – одна из главных водных артерий города Санкт-Петербурга. Гидробиологические исследования этой реки являются постоянной и неотъемлемой частью мониторинга ее экологического состояния (Алексеев и др., 2020). Материалом для работ послужили пробы отобранные в ходе летних практик экологического факультета РГГМУ в 2018 и 2022 гг. Исследовался участок нижнего течения реки с высокой антропогенной нагрузкой (рис. 1).

Для отбора проб использовался бентосный дночерпатель Петерсена, фиксация организмов осуществлялась на месте 4% формалином. В лаборатории бюро экологического мониторинга РГГМУ проводился разбор образцов с предварительной таксономической идентификацией. Дальнейшее определение организмов донных беспозвоночных выполнено в лаборатории гидробиологии «ГосНИОРХ им. Л.С.Берга» с.н.с. Ю.А. Зуевым.

Определение качества вод реки проведено с использованием биоиндикационных индексов: олигохетного индекса Гуднайта-Уитли, сапробности по Чертопруду, Family biotic index (FBI), Вудивисса (Trend Biotic Index – TBI), Extended Biotic Index (EBI) и индекса Балускиной (IB).

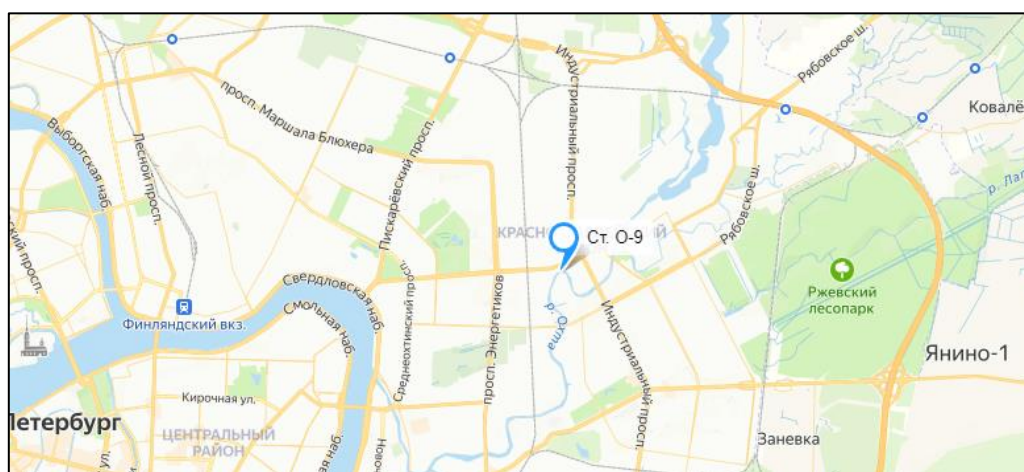


Рисунок. Станция отбора проб на р. Охта

В 2018 г. доминантными организмами являлись олигохеты (в особенности *Nais elinguis* Müller, 1773), двустворки (*Sphaeriidae* sp.) и хирономиды. В 2022 г. в пробах наблюдалось снижение количества видов, однако доминантные таксоны не меняются. Из

олигохет преобладали *Tubifex tubifex* (O.F. Müller, 1773), а двустворки не обнаруживались. Общее количество особей в пробе также снизилось.

Сапробность в данной работе была рассчитана по индексу FBI и индексу сапробности по Чертопруду. В 2018 г. участок реки был оценен как альфа-мезосапробный, а воды охарактеризованы как загрязненные. В 2022 г. по индексу Чертопруда показатели экологического состояния ухудшились и река оценена как полисапробная и загрязненная.

Индекс Гуднайта-Уитли говорит о снижении показателей качества вод в 2022 году, однако состояние воды остается хорошим. По индексу EBI в динамике наблюдается снижение качества воды до низкого.

Полученные данные подтверждают выводы о качестве вод реки Охта за предыдущие годы (Алексеев и др., 2008; Урусова, 2015; Фураева, Урусова, 2017; Зуева, Бобров, 2018; Белякова, Зуева, 2021; Зуева и др., 2021). Экологическое состояние реки Охта неблагоприятное и сохраняется таким в 2018–2022 гг.

Список литературы

Алексеев Д.К., Шелутко В.А., Зуева Н.В., Колесникова Е.В., Урусова Е.С., Примак Е.А. 2020. Результаты исследований в области прикладной и системной экологии в РГГМУ // Гидрометеорология и экология. 2020. № 60. С. 306–324.

Алексеев Д.К., Гальцова В.В., Куличенко А.Ю., Гречаник Т.В. Мониторинг экологического состояния водотоков и водоемов Санкт-Петербурга // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2008. № 3S2-2. С. 452–453.

Белякова А.М., Зуева Н.В. 2021. Оценка качества воды городской реки по гидрохимическим индексам (река Охта, Санкт-Петербург) // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. № 9. С. 72–84.

Зуева Н.В., Бобров А.А. 2018. Использование макрофитов в оценке экологического состояния малой реки (на примере реки Охты, Санкт-Петербург) // Биология внутренних вод. № 1. С. 45–54.

Зуева Н.В., Примак Е.А., Бабин А.В., Зуев Ю.А., Урусова Е.С. 2021. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга // География и природные ресурсы. Т. 42. № 2. С. 32–40.

Урусова Е.С. 2015. Оценка загрязненности реки Охта в пределах Санкт-Петербурга на основе применения интегральных кривых // Общество. Среда. Развитие. № 4 (37). С. 171–175.

Фураева Д.И., Урусова Е.С. 2017. Оценка загрязненности реки Охта в летний период // Метеорологический вестник. Т. 9. № 1. С. 52–60.

Перспективные направления использования мышечной ткани осетровых рыб при создании специализированной пищевой продукции

А.В. Артемов, Е.Н. Харенко

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: andtam160@mail.ru

Аннотация. Мышечная ткань осетровых рыб содержит в своем составе ряд биологически важных для человека пищевых веществ. Ассортимент продукции из осетровых рыб аквакультуры недостаточно разнообразен и представлен в основном икорной, охлажденной и мороженой продукцией, а также балычными изделиями и консервами. Сбалансированность мышечной ткани осетровых рыб по основным питательным веществам, а также высокое содержание в ней карнозина указывает на перспективность ее использования при создании специализированной пищевой продукции для питания спортсменов. Значения коэффициента химического состава и структурно-механических характеристик фаршей на основе мышечной ткани осетровых рыб показали целесообразность разработки изготовления на их основе фаршевых изделий (вареные колбасные изделия, риеты и батончики). Базируясь на данных о составе и реологических свойствах сырья разработаны рецептуры и технологические схемы получения высокобелковых вареных колбасных изделий, риетов и батончиков для питания спортсменов.

Ключевые слова: осетровые рыбы, карнозин, высокобелковые, специализированное питание, спортсмены

Дипептид карнозин обладает антиоксидантным действием, является регулятором обмена веществ, ингибирует рост амилоидных фибрилл и увеличивает работоспособность мышц (Boldyrev, Severin, 1990). Наличие в мышечной ткани осетровых рыб такого биологически активного вещества, как карнозин, обосновывает целесообразность ее использования для разработки специализированной пищевой продукции для спортсменов, что позволит обеспечить данную группу населения не только сбалансированным питанием, но и расширить ассортимент пищевой продукции, производимой из данного вида сырья и как следствие повысить эффективность осетроводства. При этом следует отметить, что наибольшее содержание карнозина отмечено в осетровых видах рыб по сравнению с другими водными биологическими ресурсами (Артемов, Харенко, 2018).

При создании специализированного питания для спортсменов важное значение имеют не только органолептические характеристики продукта, но и сбалансированность по основным пищевым веществам и энергетической ценности. Использование в рационе питания спортсменов специализированных продуктов питания, разработанных с учётом потребностей в нутриентах, является одним из важнейших факторов в достижении высоких спортивных результатов и быстрого восстановления после перенесённых нагрузок.

На основании вышесказанного актуальным является проведение исследований по оценке возможности использования мышечной ткани осетровых рыб в качестве основы для создания линейки специализированных пищевых продуктов питания для спортсменов.

При проведении работы в качестве объектов исследования использовались образцы мышечной ткани осетровых рыб: русского, сибирского, амурского, калуга, а также гибридов возрастом от 2,5 до 3 лет, выращенных на ООО «Рыботоварная фирма «Диана»» и экспериментальном рыбоводном комплексе ФГБНУ «ВНИРО».

Данные, полученные после исследования общего химического анализа мышечной ткани осетровых рыб, показали значительное содержание белка (15,73-19,38 %), что в соответствии с классификацией характерно для белковых видов рыб. В результате исследования общего содержания жира в мышечной ткани было выявлено, что гибриды

между сибирским осетром и севрюгой, бестером и амурским осетром, русским осетром и ленским осетром, бестер породы «Бурцевская» и «Внировская» содержат 8,22 - 13,49 % жира и являются жирными видами рыб, а осетр амурский, калуга, гибриды между калугой и амурским осетром, стерлядь и калугой, бестером и стерлядь относятся к рыбам средней жирности с содержанием жира 4,70 – 7,92%

Изучение аминокислотного состава белков мышечной ткани показало их высокую биологическую ценность и сбалансированность по незаменимым аминокислотам. Исключение составили белки мышечной ткани бестера породы «Бурцевская» и осетра сибирского, которые имели лимитирующую аминокислоту валин (Артемов и др., 2016; Арнаутов М.В и др., 2018). В ходе проведения исследований выявлено, что наибольшее содержание карнозина соответствует гибридам между сибирским осетром и севрюгой, между калугой и амурским осетром, а также бестеру породы «Внировская» и амурскому осетру (Михайлова и др., 2020). Анализ жирнокислотного состава липидов мышечной ткани осетровых рыб показал преобладание в ней мононенасыщенных жирных кислот, таких как олеиновая и пальмитолеиновая, а также полиненасыщенных жирных кислот от 25 до 31%. Оценка коэффициента химического состава и структурно-механических характеристик фаршей на основе мышечной ткани осетров показала, что из данного вида сырья целесообразно изготавливать фаршевые изделия.

Основываясь на данных химического состава и реологических характеристиках мышечной ткани осетровых рыб, были разработаны рецептуры и технологические схемы получения высокобелковой специализированной пищевой продукции для спортсменов, такие как: сосиски, рветы с высоким содержанием протеина и батончики (Харенко, Артемов, Юдина, 2018).

Новизна технологических решений на изготовление колбасных изделий подтверждена и защищена патентом (Патент РФ 2646919, 2018)

На основании анализа химического состава и пищевой ценности мышечной ткани осетровых рыб доказана перспективность её использования в качестве основного компонента пищевого продукта, который позволит сбалансировать белковый рацион спортсменов, что будет способствовать поддержанию их оптимальной физической формы.

Выявлены виды и гибриды осетровых видов рыб, перспективные для использования в качестве сырья при разработке специализированной пищевой продукции для спортсменов, что будет способствовать повышению их результативности в спортивных соревнованиях.

На основе данных структурно-механических характеристик фаршей мышечной ткани осетровых рыб доказана целесообразность изготовления на их основе фаршевых изделий.

Разработаны и научно-обоснованы рецептуры и технологические схемы производства высокобелковых продуктов такие как: вареные колбасные изделия, рветы и батончики на основе фаршей осетровых рыб для питания спортсменов.

Выпуск специализированных пищевых продуктов питания для спортсменов на основе мышечной ткани осетровых рыб позволит внести вклад в развитие осетроводства и расширить ассортимент продукции, выпускаемой из данного вида сырья.

Список литературы

Арнаутов М.В., Артемов Р.В., Бурлаченко И.В., Артемов А.В., Гершунская В.В., Сафронов А.С. 2018. Исследование пищевой ценности и функционально- технологических свойств гибрида бестера с русским осетром. Труды ВНИРО. Т. 171. С. 170-179.

Артемов Р.В., Арнаутов М.В., Артемов А.В., Коноваленко Е.С. 2016. Исследование биологической ценности и функционально-технологических свойств перспективных объектов аквакультуры. Рыбное хозяйство. № 1. С. 74-77.

Артемов А. В., Харенко Е. Н. 2018. Мышечная ткань осетровых рыб и их гибридов, как источник специфических дипептидов для производства специализированной и функциональной пищевой продукции. Перспективы рыболовства и аквакультуры в современном мире матер. III науч. школы молодых учёных и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 140-летию со дня рождения К. М. Дерюгина. С. 56.

Михайлова М.В., Прозоровский В.Н., Золотарёв К.В., Ипатова О.М., Михайлов А.Н., Харенко Е.Н., Артёмов А.В. 2020. Содержание карнозина в мышечной ткани осетровых и их гибридов. Прикладная биохимия и микробиология. Т. 56. № 3. С. 301-304.

Харенко Е.Н., Артемов А.В., Юдина С.Б. 2018. Особенности технологии вареных рыбных колбасных изделий с использованием икорного золя. Вестник науки и образования Северо-Запада России. Т. 4. № 2. С. 142-149.

Патент РФ 2646919. Способ производства вареного рыбного колбасного изделия. 2018. Харенко Е.Н., Артемов А.В.

Boldyrev A.A., Severin S.E. 1990. The histidine-containing dipeptides, carnosine and anserine: distribution, properties and biological significance. Adv. Enzyme Regul. V. 30. P. 175–188.

Режимы хранения подмороженной пищевой рыбной продукции в соответствии с требованиями технического регламента «О безопасности рыбы и рыбной продукции»

Л.О. Архипов, А.И. Гриневич, Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: arhipov@vniro.ru

Аннотация. Данные, полученные в результате экспериментальных исследований, представленные в данной статье, по определению криоскопических температур рыб, подтверждают необходимость учета значений криоскопических температур при разработке режимов подмораживания и хранения пищевой рыбной продукции. В результате проведенного анализа установлено отличие максимальных и минимальных значений криоскопических температур, исследуемых видов рыб, более чем в 5,7 раз. На основании полученных данных о значениях криоскопических температур, выявлено имеющееся противоречие между термином «подмороженная рыбная продукция» и п. 57 в. ТР ЕАЭС 040/2016. Определение термина учитывает вариабельность значения криоскопических температур рыбы, а требования п. 57 в ТР ЕАЭС 040/2016 изложены, оперируя абсолютными величинами значений температур хранения подмороженной пищевой рыбной продукции, не учитывая значения криоскопических температур.

Ключевые слова: криоскопическая температура, технология подмораживания, субкриоскопические режимы хранения, подмороженная пищевая рыбная продукция

Технологии хранения пищевой продукции с применением субкриоскопических температур становятся более распространенными в последние годы. В технологически развитых странах отмечается активное промышленное внедрение подобных технологий и проведение научных исследований в данном направлении (Дибирасулаев, 2016, 2021; Quang, 2017; Гушин, 2022).

Применение субкриоскопических режимов хранения согласуются с Рекомендациями Международного института холода и данными Федерального Центра исследования мяса Германии: помимо исходного содержания микроорганизмов, гигиенических условий производства, применения консервантов для обработки продукции, температура охлаждающей среды является доминирующим фактором, определяющим скорость роста микроорганизмов в процессах охлаждения и хранения пищевых продуктов (Quang, 2000; Швегеле, 1998).

Таким образом, управление температурными режимами хранения пищевой продукции путем понижения температур хранения является одним из ключевых факторов, обеспечивающих увеличение продолжительности хранения продукции. Однако в рыбной отрасли данная концепция практически не реализована. В частности, технология подмораживания не получила широкого практического внедрения в промышленности, что возможно связано с отсутствием научно обоснованной технологии, соответствующего оборудования и документов на производство подмороженной пищевой рыбной продукции.

Согласно данным современных исследований значения криоскопических температур могут значительно отличаться, например, в исследованиях (Харенко, 2019) криоскопическая температура ($T_{кр}$) карася серебряного (*Carassius gibelio*) равна минус $0,41 \pm 0,04$ °С, а по данным (Rahman, 1994) скумбрия («Mackerel») характеризуется значением $T_{кр}$ минус $2,2$ °С.

Целью работы являлось определение значений $T_{кр}$, исследуемых видов рыб, с целью последующего установления их температурных режимов хранения в подмороженном состоянии в соответствии с требованиями Технического регламента (ТР ЕАЭС 040/2016).

Объектами исследований являлись: голубая акула (*Prionace glauca*), скат звездчатый (*Amblyraja radiata*), сельдь тихоокеанская (*Clupea pallasii*), лосось атлантический (*Salmo salar*), горбуша (*Oncorhynchus gorbusha*), форель радужная (*Oncorhynchus mykiss*), нерка (*Oncorhynchus nerka*), кета (*Oncorhynchus keta*), ленок остромордый (*Brachymystax lenok*), западноафриканская макрель (*Scomberomorus tritor*), кижуч (*Oncorhynchus kisutch*), хариус сибирский (*Thymallus arcticus*), осетр амурский (*Acipenser schrenckii*), осетр русский (*Acipenser gueldenstaedtii*), ряпушка европейская (*Coregonus albula*), вобла каспийская (*Rutilus rutilus caspicus*), сиг амурский (*Coregonus ussuriensis*), щука (*Esox lucius*), амур черный (*Mylopharyngodon piceus rich*), карась (*Carassius gibelio*).

$T_{кр}$ определяли термографическим методом (Дибирасулаев, 2016), измерение и запись температур осуществляли при помощи LTA/2-Н-Н, ООО «ТЕРМЕКС» (Россия). Результаты определения $T_{кр}$ и установленные температурные режимы хранения рыбы с учетом термина «подмороженная рыбная продукция» согласно ТР ЕАЭС 040/2016 представлены на (рис.).

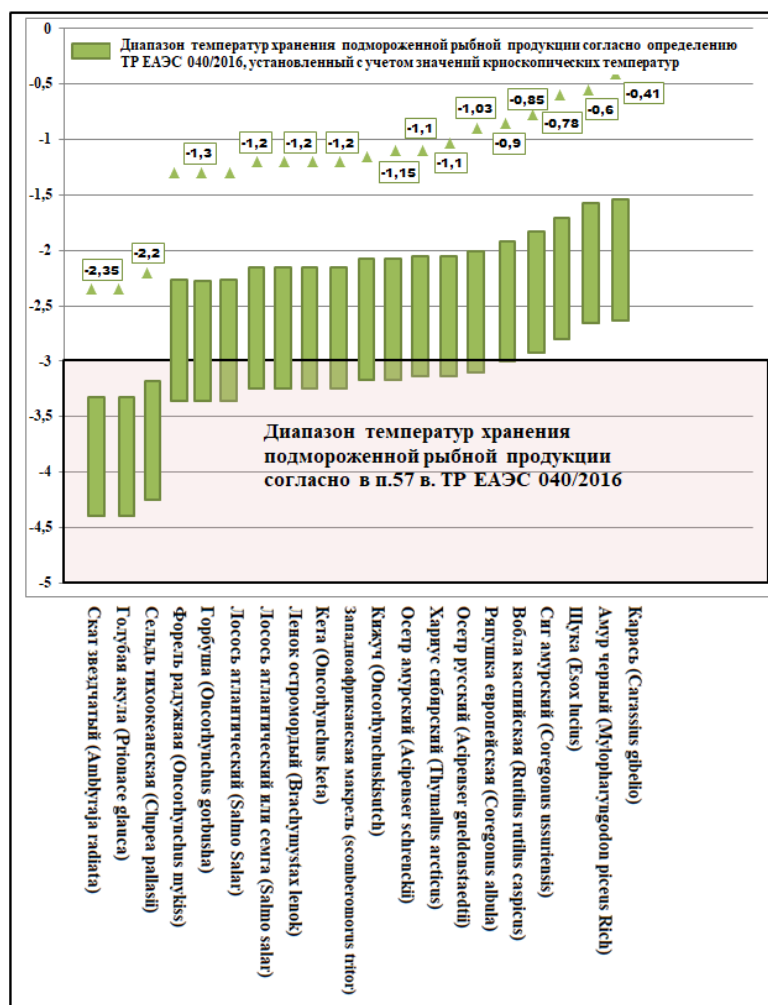


Рисунок. Противоречие требований к температуре хранения подмороженной рыбной продукции согласно ТР ЕАЭС 040/2016

Экспериментально определены криоскопические температуры исследуемых видов рыб, максимальные и минимальные значения которых отличаются в 5,7 раз (рис.).

В результате анализа данных значений $T_{кр}$ рыб и установленных на их основании температурных режимов хранения подмороженной пищевой рыбной продукции согласно ТР ЕАЭС 040/2016, выявлено, что только три из двадцати исследуемых видов рыб могут храниться не нарушая требования п. 57в Технического регламента, а остальные семнадцать образцов должны храниться при более высоких температурах (рис.).

С учетом полученных данных, выявлено, что термин «подмороженная рыбная продукция» противоречит требованиям изложенным в п.57в ТР ЕАЭС 040/2016, в котором описаны абсолютные температурные значения режимов хранения продукции в подмороженном виде, без учета криоскопической температуры объектов подмораживания, что является основанием для подготовки проекта изменений в Технический регламент.

Список литературы

Гущин В.В. Инновационная технология охлаждения и хранения субпродуктов птицы при субкриоскопической температуре (2022) / В. В. Гущин, И. И. Маковеев, С. С. Козак [и др.] // Птица и птицепродукты. – № 5. – С. 38-42. – DOI: 10.30975/2073-4999-2022-24-5-38-42.

Дибирасулаев М.А., Белозеров, Г.А., Дибирасулаев, Д.М., & Орловский, Д.Е. (2016). Влияние субкриоскопической температуры хранения на количество вымороженной воды в NOR и DFD говядине. Теория и практика переработки мяса, 1(2), 18-25. DOI: 10.21323/2414-438X-2016-1-2-18-25.

Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Дибирасулаев, Д.М., Донецких, А.Г., & Кудряшов, Л.С. (2021). Влияние температуры хранения на качество и безопасность бескостных полуфабрикатов из свинины. Мясная индустрия, (6), 28-32. DOI: 10.37861/2618-8252-2022-07-40-44.

Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 года № 162.

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.

Швегеле Ф. 1998. Охлаждение, холодильное хранение и созревание мяса -химические и физические основы/Охлаждение, разделка, холодильное хранение, созревание//Изд. Федеральный центр по исследованию мяса. Кульмбах.

Quang T.N., Iwamura K., Shrestha R., Sugimura N. (2017). A study on supercooled storage of leaf lettuces produced in plant factory. Japan Journal of Food Engineering, 18(1), 25-32.

Рекомендации по холодильному хранению скоропортящихся продуктов. Международный институт холода, Париж. – 2000 г. – 180 с.

Rahman M.S., Driscoll, R.H. (1994). Freezing points of selected seafoods (invertebrates). International journal of food science & technology, 29(1), 51-61.

Цифровой формат для систематизации первичных ихтиологических и гидробиологических данных

В.В. Безматерных, И.В. Поздеев, С. П. Огородов, Е. М. Целищева

Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»), г. Пермь

e-mail: bezmaternykh@permniro.ru

Аннотация. Разработан цифровой формат данных, позволяющий записывать результаты наблюдений за гидробионтами, их популяциями и сообществами при исследованиях ихтиофауны, зообентоса и зоопланктона.

Ключевые слова: ЭВМ, данные, гидробиология, ихтиология, зообентос, зоопланктон.

Важнейшим аспектом исследований гидробионтов является работа с первичными объективными данными – сведениями, которые исследователь фиксирует в результате наблюдения, инструментального измерения и обработки материала.

Несмотря на устоявшуюся формализацию таких данных на бумажных носителях в отдельных направлениях исследований гидробионтов и широкое применение вычислительной техники, в настоящее время нет общепринятого формата для записи и хранения таких данных с использованием ЭВМ. Массовыми инструментами для решения задач записи и накопления первичных данных являются табличные процессоры (в большинстве случаев – это Microsoft Excel или аналогичное программное обеспечение), настольные системы управления базами данных (СУБД) (Microsoft Access или аналогичное программное обеспечение).

Цель настоящей работы состояла в разработке формата данных, универсального для разных направлений исследований гидробионтов.

В результате проделанной работы на основе общепринятых методик (Методика изучения ..., 1975; Методические рекомендации ..., 1984а; Методические рекомендации ..., 1984б; Правдин, 1966) выработана универсальная схема данных (рисунок), содержащая следующие основные блоки данных.

Первый блок – справочная таксономическая информация – содержит таблицы Taxon, ExotaxonConcept, Exotaxon, Membership и предназначен для хранения информации о таксонах. Основная таблица блока – Taxon – содержит записи самих таксонов и их филогенетического положения, включая основные поля ID (идентификатор), Rank (ранг), Name (имя), Reference (ссылка), Local (местное название), Description (описание) и дополнительные поля – Index (используется при построении видовых список для определения филогенетической последовательности таксонов) и TaxID (используется для определения филогенетического положения таксона). Вспомогательные таблицы Membership, Exotaxon и ExotaxonConcept предназначены для хранения информации, облегчающей построение тематических списков. В таблице ExotaxonConcept хранятся записи с перечнем оснований, по которым выделены группировки, содержащиеся в записях в таблице Exotaxon. Через таблицу Membership реализована привязка записей таблицы Taxon и записей таблицы Exotaxon. Информация в этом блоке носит справочный характер и предназначена для хранения в отдельном файле – таксономическом справочнике. В файлах, содержащих первичные данные, частично наполняется только таблица Taxon. В дальнейшем планируется расширить этот блок таблицами и связями, позволяющими использовать таксономический справочник в качестве определительного ключа. Пример содержимого таксономического справочника:

<TaxonomicIndex>...

<Taxon ID="-4" Rank="61" Name="Naididae">


```

<Taxon ID="-5" Rank="91" Name="Nais barbata" Reference="Muller, 1774">
  <Membership ExtID="-1" Reference="Монаков, 1998" />
</Taxon>
<Taxon ID="-6" Rank="91" Name="Uncinaiis uncinata" Reference="(Orsted, 1842)">
  <Membership ExtID="-2" Reference="Timm, 2009" />
</Taxon>
</Taxon>...
<ExotaxonConcept ID="-1" Name="Трофическая гильдия">
  <Exotaxon ID="-1" Name="Фитодетритофаги-собиратели" />
  <Exotaxon ID="-2" Name="Детритофаги глотатели" />...
</ExotaxonConcept>
</TaxonomicIndex>

```

Рисунок. Схема таблиц и связей для описания первичных данных при исследовании гидробионтов

Второй блок (справочная гидро-графическая информация) состоит из единственной таблицы Water и предназначен для хранения справочной информации о водных объектах. Таблица включает основные поля ID (идентификатор), Type (тип), Name (название) и ряд справочных полей, содержащих дополнительную информацию. В файлах, содержащих первичные данные, наполняются только основные поля таблицы Water.

Третий блок – справочная информация о пробоотборниках – содержит таблицы SamplerType, Sampler, SamplerSpec, Spec. Справочная информация в этом блоке содержит сведения о типах и видах пробоотборников, и их характеристиках. Пример содержимого справочника орудий лова рыбы:

```

<SamplersIndex>
  <Spec ID="2" Name="Length" Caption="Длина, м" Notation="l">...
  <SamplerSpec SmpID="1040" SpfID="2" Label="Ширина облова, м" />
</Spec>...
<SamplerType ID="11" Name="Электролов">
  <Sampler ID="1040" Type="11" Name="Электролов" ShortName="MEL"
  OperationType="1" />
</SamplerType>
</SamplersIndex>

```

Четвертый блок – этикетка пробы – содержит таблицы Card, Equipment, EquipmentSpec. Последние две содержат сведения об использованном пробоотборнике – таблица Equipment содержит указание на справочное значение вида пробоотборника, а таблица EquipmentSpec – содержит конкретные значения характеристик из таблицы SamplerSpec. Основная таблица блока – Card – содержит записи с описанием обстоятельств и места взятия проб, включает основные поля ID (идентификатор), Label (маркер), When (дата и время отбора), Location (координаты), Depth (глубину), CrossSection (положение на продольном разрезе), Bank (берег), Substrate (описание субстрата – для проб бентоса), AquaState (описание водной среды), Weather (описание фактической погоды), ссылочные значения WaterID (ссылка на запись водного объекта) и EqpID (ссылка на запись пробоотборника), поля с указанием усилия (Operation), параметров обработки пробы (Sampled и Examined, используются при частичной обработке пробы, например, при обработке пробы зоопланктона или частичной разборке улова рыб).

Пятый блок – биологическая часть карточки – содержит таблицы Definition, Stratified, Individual (рисунок). Основная таблица этой части Definition содержит записи таксономических определений. Таблица содержит поля ID (идентификатор), Quantity, QuantityExamined (тотальное количество особей и количество особей в подпробе при

частичной обработке), Mass, MassExamined (общая масса таксономической пробы и масса подпробы при частичной обработке), Interval (линейный интервал стратифицированной пробы), Examined (параметр частичной обработки таксономической пробы), ссылочные значения CardID (ссылка на запись пробы) и TaxID (ссылка на таксономическую запись). В таблице Stratified хранятся записи стратифицированных проб, записываемые в поля DefID (ссылка на запись определения), Class (размерный класс в мм) и Count (количество особей в размерном классе). При исследовании отдельных особей заполняется также таблица Individual, содержащая поля ID (идентификатор), DefID (ссылка на запись определения), обязательные поля Length (длина), Mass (масса), Tally (бирка), Onto (онтогенетическая стадия) и ряд других часто используемых переменных.

Хранение первичных данных исследователя организуется в текстовых документах нескольких файловых типов, соответствующих направлению исследований: 1) карточка улова рыбы с расширением .fcd; 2) карточка пробы бентоса с расширением .bcd; 3) карточка пробы зоопланктона с расширением .pcd. Содержимое файлов записывается с использованием расширяемого языка разметки (XML). Для защиты содержимого файлов от внесения изменений предусмотрена защита с помощью хеш-функции SHA256. Пример содержимого файла карточки пробы бентоса:

```
<Survey ... Seal="bb2...a57">
  <Taxon ID="-12" Rank="91" Name="Tubifex newaensis">
    <Definition ID="-12" CardID="-1" Quantity="37" Mass="0.149" />
  </Taxon>
  <Taxon ID="-13" Rank="91" Name="Pisidium amnicum">
    <Definition ID="-13" CardID="-1" Quantity="2" Mass="0.178" />
  </Taxon>...
  <Water ID="43" Type="1" Name="Колва">
    <Card ID="-1" Label="01-65" When="1965-03-26T00:00:00+05:00" EquipID="-2"
    Operation="2" CrossSection="3" Sign="Поздеев Иван" Depth="2.8">
      <Location Type="Waypoint">60.68515,56.65646,120</Location>
      <Substrate Sand="95" Silt="5" />
      <AquaState TemperatureSurface="17.6" FlowRate="0.43" />
    </Card>
  </Water>
  <Sampler ID="2" Type="2" Name="Petersen bottom sampler" ShortName="PBS"
  OperationType="0">
    <Equipment ID="-2" _Square="250" _Sieve="310" />
  </Sampler>
</Survey>
```

Разработанная схема данных позволяет фиксировать результаты наблюдений за гидробионтами, их популяциями и сообществами при исследованиях ихтиофауны, зообентоса и зоопланктона.

Список литературы

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. – М., 1975. – 240 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л., 1984а. – 33 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л., 1984б. – 51 с.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М., 1966. – 376 с.

**Паразитологическое исследование тихоокеанского белокорого палтуса
Hippoglossus stenolepis Schmidt, 1904 западной части Берингова моря
в весенний период 2022 года**

П.С. Беляев, Ф.А. Мельникова, А.В. Согрина

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: belyaev.pashek@mail.ru, felicia@vniro.ru, sograv@yandex.ru

Аннотация. Проведено паразитологическое исследование белокорого палтуса западной части Берингова моря, выявлены гельминты, имеющие эпидемиологическое значение (*Anisakis* sp.), установлены кишечные инвазии (*Stephanostomum* sp. и *Echinorhynchus gadi*).

Ключевые слова: палтус, зараженность, Берингово море.

Тихоокеанский белокорый палтус — ценный промысловый вид. Распространён от южной части Берингова пролива до юго-восточного побережья о.Хоккайдо (Гриценко, Котляр, Котенёва, 2006).

Специализированный промысел палтуса в Беринговом море начат с конца 1950-х гг. (Ноаг S.H. 1976). В последние годы добывается в качестве прилова, вылов в 2022 г. составил 0,590 тыс. т.

Ведущее положение в питании *H. stenolepis* занимают камбалы и, прежде всего, желтоперая, встречается также минтай, корюшка мойва и другие рыбы (Новиков, 1964).

Паразитологическое состояние рыбы характеризует качество и безопасность получаемого сырья, дает представление о трофических связях в биотопе (Гаевская, 2004). В связи с этим, целью работы стало установление паразитологического статуса белокорого палтуса западной части Берингова моря в весенний период 2022 г.

Материалом для паразитологического исследования послужили 52 экз. белокорого палтуса (средняя длина по Смиту – 46,9 см, средняя масса – 1633,2 г) выловленные РТМ «Камлайн» (судовладелец – ООО «Росрыбфлот») в западной части Берингова моря в марте-апреле 2022 г.

Неполное паразитологическое исследование проводили по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1969; Онищенко, Черкасский, 2006). Выявлены паразиты, относящиеся к нематодам (*Anisakis* sp., Saidov, 1956), трематодам (*Stephanostomum* sp., Yamaguti, 1939), акантоцефалам (*Echinorhynchus gadi* Müller, 1776). Показатели зараженности представлены в таблице.

Таблица. Качественные и количественные показатели зараженности *H. stenolepis* западной части Берингова моря в весенний период 2022 г.

Вид и локализация паразита	Количественные показатели паразитарных инвазий			
	Э.И.,%	И.И., экз.	И.О., экз.	Min-Max., экз.
<i>Anisakis</i> sp, полость тела	32,7	2,5	0,8	1,0-13,0
<i>Stephanostomum</i> sp., кишечник	100	13,1	13,1	1,0-38,0
<i>Echinorhynchus gadi</i> , кишечник	11,5	8,8	1,0	1,0-35,0

В кишечнике выявлены трематоды *Stephanostomum* sp. (ЭИ-100%), что указывает на питание белокорого палтуса камбалами. В литературе описаны случаи обнаружения метацеркариев *Stephanostomum* sp. в мускулатуре нескольких видов камбал (Фролов 2007). Заражение скребнями *E. gadi* (ЭИ-11,5%) свидетельствует о поедании различных бокоплавов

(Бауера, 1987). В полости тела регистрировали личинок нематод *Anisakis* sp. (ЭИ-32,7%), которые, в случае их поедания, могут представлять опасность для человека и животных. В мускулатуре анизакиды не выявлены.

Список литературы

Гриценко О.Ф., Котляра А.Н., Котенёва Б.Н.. 2006. Промысловые рыбы России. В двух томах / под ред.— М.: изд-во ВНИРО. 1280 с. (Том 1 656 с.).

Hoag S.H. Effects of domestic trawling of the halibut stocks of British Columbia: International Pacific Halibut Commission Sci. Rep. — 1976. — № 53. — 8 p

Новиков, Н.П. Основные черты биологии тихоокеанского белокорого палтуса (*Hippoglossus hippoglossus stenolepis schmidt*) в Беринговом море. Труды ВНИРО, Том 049, Вып. 2, 1964 г.

Гаевская А.В. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях. 2004 - 183 с.

Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. Наука, 1969. - 108с.

Онищенко Г.Г., Черкасский Б.Л. Противоэпидемические мероприятия. Том 1 Санитарные правила и методические документы, в 2 томах. / - М.: «ИНТЕРСЭН», 2006. - с. 1216

Таксономическая структура и биомасса зоопланктона в прибрежной зоне юго-западной части Охотского моря в 2020–2023 гг.

К.В. Богданова А.П. Лозовой

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: bogdanovakseniya07@mail.ru

Аннотация. По результатам исследований, проведенных в прибрежной зоне юго-западной части Охотского моря, сделан краткий обзор видового состава зоопланктона, проведена оценка его биомассы, описана таксономическая структура биомассы.

Ключевые слова: зоопланктон, видовой состав, экологические группы, биомасса, таксономическая структура биомассы.

В период массовой покатной миграции молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum)) из реперных рек юго-западной части Камчатки в прибрежье сотрудниками лаборатории рыбохозяйственной экологии Камчатского филиала «ВНИРО» (КамчатНИРО) проводится гидробиологический мониторинг. Цель данной работы — изучение таксономического состава зоопланктона и определение его биомассы для оценки трофических условий нагула молоди тихоокеанских лососей в их начальный морской период жизни. Предполагается, что характеристика трофических условий в этот период станет одним из этапов в понимании условий формирования будущих нерестовых возвратов горбуши — важнейшего промыслового вида тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке.

Материалом для исследования послужили 52 зоопланктонные пробы, собранные 1–10 июня в 2020–2023 гг. на стандартном прибрежном полигоне, включающем 13 станций, расположенных вдоль изобаты 10 м. Отбор проб проводили сетью Джели с диаметром входного отверстия 0,27 мм, шаг ячеей газа фильтрующего конуса 93 мкм с последующей фиксацией проб 4%-ным формалином. Камеральную обработку проб выполняли в счетной камере Богорова по стандартной гидробиологической методике (Инструкция..., 1971, 1990; Руководство..., 1981) под стереоскопическим микроскопом Nikon SMZ1000. Организмы зоопланктона идентифицировали до вида или до более крупного таксона, опираясь на определители фауны северных и дальневосточных морей (Анцулевич, 2015; Бродский, 1950; Киселев, 1969; Краткое руководство..., 1990; Корнев, Чертопруд, 2008; Ломакина, 1978; Наумов, 1960). Номенклатура приведена в соответствии с международной базой по морским видам WorldRegisterofMarineSpecies (WoRMS, <http://www.marinespecies.org>).

Биомассу планктонных организмов рассчитывали, как произведение их численности на среднее значение массы тела по таблице стандартных весов (Лубны-Герцык, 1953). Крупные компоненты (некоторые копеподы, эвфаузииды, мизиды, гаммариды, гиперииды, медузы и т.п.) взвешивали на электронных весах с точностью до 0,1 мг.

Планктонная фауна заданного района насчитывала 40 таксонов различных систематических групп. Основу зоопланктонного общества в пробах 2020–2023 гг. составляли виды с широким распространением в холодных и умеренно-холодных водах.

Голопланктон формировали копеподы (класс Copepoda), которые во все годы были самой массовой группой, эвфаузииды (класс Malacostraca, семейство Euphausiidae), коловратки (класс Rotifera), щетинкочелюстные (тип Chaetognatha, класс Sagittoidea) и оболочники (тип Tunicata, класс Appendicularia).

Копеподы были представлены мелкими раками и их науплиями, такими как – *Oithona similis*, *Triconia borealis* *Acartia* (*Acartiura*) *longiremis*, *Pseudocalanus minutus*, *P. major*, *Centropages abdominalis*, *Eurytemora herdmani* и крупными раками – *Eucalanus bungii*, *Metridia okhotensis*, *Neocalanus plumchrus*. Эвфаузиевые раки включали науплии и личинки *Euphausia* sp., *Thysanoessa* sp. Из щетинкочелюстных в зоопланктоне встречалась *Parasagitta*

elegans, из оболочников – *Oikopleura* sp., коловратки были отмечены двумя видами – *Synchaeta bacilifera* и *Trichocerca marina*.

Меропланктон представляли животные, которые лишь часть жизненного цикла проводят в планктоне. Из ракообразных к ним относились гарпактициды (отряд Harpacticoida) – *Microsetella norvegica*, *Pseudobradia major*, *Tigriopus* sp., *Tisbe furcata*, науплиусы и личинки усконогих раков (отряд Cirripedia), личинки и молодь мизид (отряд Misida) – *Xenacanthomysis pseudomacropsis*, амфиподы (отряд Amphipoda) – *Gammarus* sp., *Themisto japonica*, личинки кумовых раков (отряд Cumacea) – *Lamprops sarsi*, личинки десятиногих раков (отряд Decapoda) – *Anomura* sp., *Brachyura* sp., *Macrura* sp. Также в состав меропланктона входили молодь двустворчатых (класс Bivalvia) и брюхоногих (класс Gastropoda) моллюсков, личинки и нектохеты полихет (класс Polychaeta), гидромедузы (класс Hydrozoa) – *Aglantha digitale*, *Hibocodon prolifer*, *Mitrocomella polydiademata*, *Obelia longissima*, *Rathkea octopunctata*, *Sarsia tubulosa*, *Zanclaea costata* и личинки иглокожих (тип Echinodermata). Во всех пробах были встречены икра и личинки рыб.

Средняя величина биомассы зоопланктона за 4 года исследований (2020–2023 гг.) составляла 811,9 мг/м³. При этом самые высокие ее показатели были выявлены в 2023 г. – 1136,5 мг/м³ и низкие — в 2020 г. – 279,2 мг/м³, соответственно (табл.).

Таблица. Средние значения биомассы (В, мг/м³) таксонов зоопланктона в прибрежной зоне юго-западной части Охотского моря в 2020–2023 гг.

Таксон	Год			
	2020	2021	2022	2023
Rotifera (коловратки)	0,01	0	0	0,002
Polychaeta (полихеты)	84,0	59,7	30,8	94,2
Mollusca (моллюски)	44,4	171,2	136,8	107,6
Copepoda (веслоногие раки)	94,2	425,9	778,9	549,2
Euphausiacea (эвфаузиды)	45,9	65,6	28,4	59,3
Amphipoda (амфиподы)	0,1	0,06	0	1,0
Misidae (мизиды)	0	5,06	14,4	17,1
Cumacea (кумовые раки)	0,35	0,26	0,08	0,08
Cirripedia (усконогие раки)	0	0,01	0	0,003
Decapoda (десятиногие раки)	0,1	4,1	1,5	5,02
Chaetognatha (щетинкочелюстные)	2,5	25,2	4,06	64,7
Echinodermata (иглокожие)	0	0	1,3	1,28
Appendicularia (оболочники)	0,04	0,01	0,002	0
Hydrozoa (гидроидные)	2,3	16,4	47,2	231,2
Икра и личинки рыб	5,3	10,3	4,5	5,9

Основу биомассы зоопланктона в 2020–2023 гг. формировали копеподы. Их доля в исследованный период изменялась от 33,7% до 74,3% и была равна, в среднем, 462,1 мг/м³ (рис.). Доминирование раков было обусловлено значительной биомассой молодежи *A. longiremis*, науплиями копепод и половозрелых особей *N. plumchrus*, составившими в среднем, соответственно 72, 14,9 и 6% от биомассы Copepoda.

Структура биомассы зоопланктонных организмов значительно изменялась по годам (рис.). Так в 2020 г., наряду с копеподами, субдоминантами по биомассе были личинки и нектохеты полихет (30% от общей биомассы зоопланктона). Относительная биомасса эвфаузиид и моллюсков составляла 15,9 % и 16,4%, при этом в планктоне отсутствовали мизиды, иглокожие и усконогие раки. В 2021 г. увеличилась доля сагитт и моллюсков и появилась молодь мизид и декапод на фоне снижения биомассы полихет и эвфаузиид. 2022 г. характеризовался максимальной биомассой копепод и значительным снижением доли эвфаузиид и полихет, отсутствием усконогих раков и амфипод. В 2023 г. характеризовался значительными изменениями, доля копепод уменьшилась при увеличении биомассы сагитт и крупной гидромедузы – *Mitrocomella polydiademata*, которая, наряду с другими

гидромедузами, составила 20,3% от общей биомассы зоопланктона. Доля моллюсков была снижена (9,5% от общей биомассы зоопланктона), оболочники отсутствовали.

Амфиподы, кумовые, декаподы, иглокожие в среднем составляли не более 1% от биомассы зоопланктона, икра, личинки рыб и мизиды – не более 2%, соответственно. Коловратки, усоногие раки и оболочники были отмечены эпизодически.

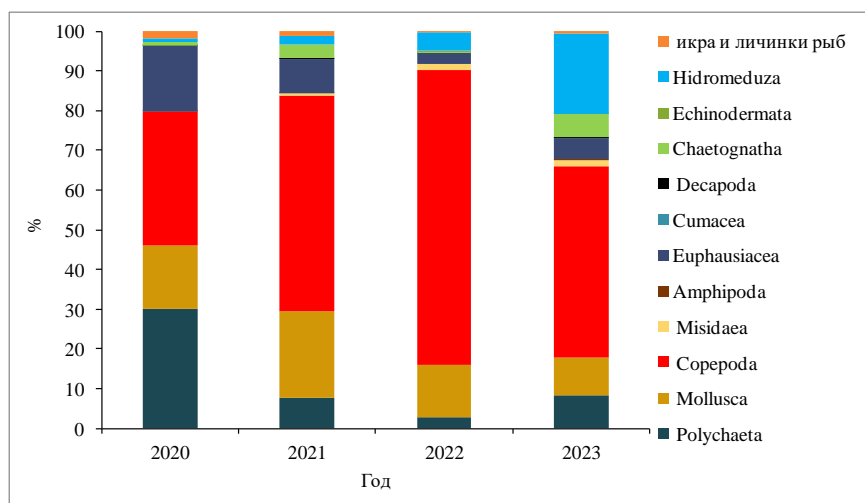


Рисунок. Таксономическая структура биомассы зоопланктона в прибрежной зоне юго-западной части Охотского моря в 2020–2023 гг.

Таким образом, зоопланктонное сообщество прибрежной зоны юго-западной части Охотского моря в 2020–2023 гг. было представлено 40 таксонами и формами из 15 таксономических групп. Зоопланктон формировали типичные представители холодноводной и умеренно-холодноводной тихоокеанской фауны. Массовой группой в планктоне были ракообразные класса Copepoda, они составляли основу биомассы наряду с личинками двустворчатых моллюсков, личинками полихет и гидромедузами. Средняя величина биомассы зоопланктона в период 2020–2023 гг. была 811,9 мг/м³, при этом самые низкие показатели были выявлены в 2020 г., самые высокие – в 2023 г.

Список литературы

- Анцулевич А.Е. 2015. Hydrozoa (гидроиды и гидромедузы) морей России. – СПб.: Изд-во С.- Петерб. ун-та. – 860 с.
- Бродский К.А. 1950. Веслоногие рачки Calanoida дальневосточных морей СССР и полярного бассейна. – М.-Л.: АН СССР. – 442 с.
- Инструкция по сбору и обработке планктона. 1971. – М.: ВНИРО. – 82 с.
- Корнев П.Н., Чертопруд Е.С. 2008. Веслоногие ракообразные отряда Harpacticoida Белого моря: морфология, систематика, экология. – М.: Т-во научных изданий КМК. – 379 с.
- Киселев И.А. 1969. Планктон морей и континентальных водоемов. Ч. I. – Л.: Наука.– 658 с.
- Краткое руководство по определению северо-западной части тихоого океана. 1990 / Сост. В.И. Чучукало, М.С. Кун. – Владивосток: ТИНРО. – 77 с.
- Ломакина Н.В. 1978. Эвфаузииды Мирового океана (Euphausiacea). – Л.: Наука. – 222 с.
- Лубны-Герцык Е.А. 1953. Весовая характеристика основных представителей зоопланктона Охотского и Берингова морей // Доклады АН СССР. –Т. 91. – № 4. – С. 949–952.
- Наумов Д.В. Гидроиды и гидромедузы. 1960. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. – 585 с.
- World Register of Marine Species, on-lain at <https://www.marinespecies.org/>

Современное состояние промысла камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в пределах Магаданской области, анализ и перспективы

Ф.А. Бурлак

Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), г. Магадан
e-mail: Ozzy38@yandex.ru

Аннотация. На основе ретроспективных материалов и данных о ведении промысла рассматриваются проблемы осуществления рыболовства в отношении камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в пределах Магаданской области. Приведена краткая историческая сводка по освоению объема допустимого улова (ОДУ) камбал дальневосточных региональными пользователями.

Ключевые слова: камбалы, промысел, освоение, ОДУ, снюрреводы.

По мнению ряда авторов (Юсупов и др., 2012), основой для развития прибрежного рыболовства в северной части Охотского моря являются дальневосточные камбалы. Как считают Юсупов и др. (2015) в пределах Северо-Охотоморской подзоны северной части Охотского моря в последние годы наиболее часто в уловах встречаются 4 вида камбал: желтоперая (*Limanda aspera*), желтобрюхая (четырёхбугорчатая) (*Pleuronectes quadrituberculatus*), северная палтусовидная (*Hippoglossoides robustus*), звездчатая (*Platichthys stellatus*). По нашим данным (Бурлак, Смирнов, 2020), доля желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) в уловах в среднем составляет около 85%.

Специализированный лов камбал в Магаданской области прекратил своё существование в начале 90-х годов XX в. после банкротства региональной рыбопромышленной компании «Магаданрыбпром». В период существования этой огромной компании вылов камбал осуществлялся судами типа МРС, как внутри Тауйской губы, так и в акваториях, омывающих полуострова Кони и Пьягина. Камбалы добывались для региональных нужд Магаданской области снюрреводами. Также незначительный промысел камбал велся в прибрежной акватории, в основном - как прилов при добыче мойвы и нерестовой сельди.

До 1999 г. рекомендуемый для вылова годовой объем камбал по Северо-Охотоморской подзоне не прогнозировался, а статистический учет вылова велся под грифом «разнорыбца» без разделения по видам. В этот период, по нашему мнению, небольшие уловы камбал определялись не низкой численностью и напряженным состоянием их запасов, а отсутствием интереса рыболовецких компаний к данному объекту лова по причине низкого коммерческого спроса. При промысле других видов рыб (минтай, палтусы, треска), камбалы добывались в виде прилова, величина которого оставалась точно неизвестной.

Судовой промысел камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне начал вновь развиваться с 2004 г. Ряд авторов (Юсупов, 2013; Юсупов, Каика, 2009) подтверждают, что и по настоящее время промысле сосредоточен на небольшом участке восточной части подзоны, включающем Тауйскую губу и побережье п-ова Кони (рис. 1).



Рисунок 1. Район промысла камбал дальневосточных в 2004-2022 гг.

В 2006 г. ООО «Магаданрыба» впервые применила на промысле камбал снюрревод, установленный на судно типа «МРС 225-053». Результаты лова показали возможность эффективного (до 7,5 тонн за один замет) использования снюрревода при промысле камбал. С этого периода начинается активное использование снюрреводов на промысле камбал в пределах Магаданской области.

На камбаловую путину 2011 г. всего было заявлено 39 (19 из Магаданской обл.) пользователей, из которых в той или иной степени реализовали свои квоты – 25.» Основную долю выловленных камбал (89%) пользователями Магаданской обл. обеспечили суда трех компаний: РС «Кинкиль» ООО «Рыбный порт»; «МРС 225-053» ООО Магаданрыба»; «МРС 225-371» ООО «Дальрыбфлотпродукт».

Анализ магаданского промысла камбал дальневосточных за период с 2011 по 2019 год показал постоянное колебание в числе пользователей и снижение вылова, в особенности после 2015 г, который, возможно, связан с уничтожением судового промысла после банкротства компании «Магадарыбпром». К моменту распределения долей квот ОДУ (в 2019 г.) вылов всеми пользователями Магаданской области составил 617 т. (рис. 2).

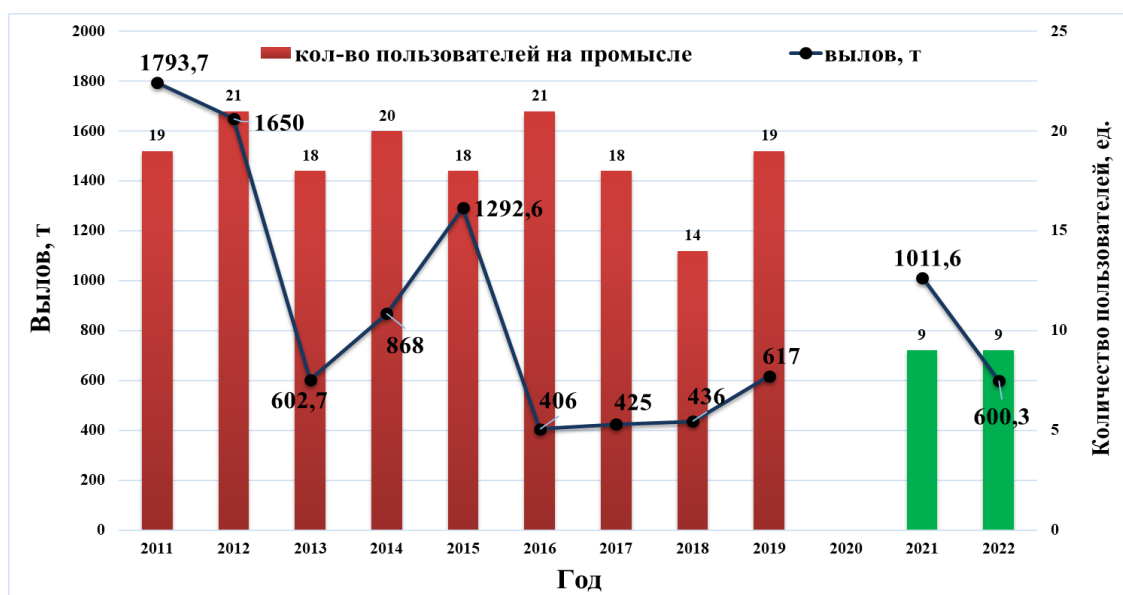


Рисунок 2. Количество пользователей Магаданской области и вылов камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне в 2011-2022 гг. (в 2020 г. промысле не велся ввиду задержки с распределением долей квот)

Распределение долей квоты между пользователями на основании приказа Росрыболовства от 29.09.2020 г. № 503 было произведено по историческому принципу, т.е. на основе активности рыбопромышленных компаний в предыдущие годы на промысле камбал дальневосточных за ними были закреплены доли (в % соотношении). Так на долю всех пользователей Магаданской области приходится около 17,5% от ОДУ (Приморский край – 31%, Камчатский край – 25,6%, Сахалинская обл. – 3,9%, Хабаровский край – 22%).

Освоение долей квот пользователями Магаданской области по данным Охотского ТУ в 2021 г. составило более 99% (1011,6 т из 1018,9 т), а в 2022 г. – 60,08% (600,3 т из 999,1 т) (см. рис. 2). Основными орудиями промысла являются ставные и закидные невода; снюрреводный промысел пользователями Магаданской обл. не осуществляется; на долю тралового вылова («Тихрыбком») приходится 21,5 т (0,358% от ОДУ.).

Возможная причина недоосвоения квот камбал дальневосточных пользователями Магаданской области в 2022 г., по нашему мнению, связано с плохой метеорологической обстановкой в мае-июне, которая препятствовала успешному ведению промысла прибрежными орудиями лова в этот период. На долю приморских и камчатских пользователей приходится – 31% и 25,6%, соответственно. Все они используют снюрреводные орудия на промысле камбал дальневосточных в Притауйском районе.

Практика ряда последних лет показывает, что пользователи Магаданской области на промысле камбал дальневосточных без применения снюрреводов не смогут осваивать выделенные им квоты в полном объеме при изменении климатических факторов, препятствующих береговому промыслу.

Список литературы

Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. 2020. К вопросу о промысле дальневосточных камбал в Северо-Схотоморской подзоне Охотского моря. Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы XXI международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня рождения одного из организаторов современной гидробиологической науки на Камчатке, д.б.н. В.В. Ошуркова. Петропавловск-Камчатский, С. 283-286.

Юсупов Р.Р. 2013. Состояние и перспективы промысла камбаловых в Северо-Охотоморской подзоне и зал. Шелихова. Отчётная сессия ФГУП «МагаданНИРО» по результатам научных исследований 2012 года: материалы докладов; Магадан: Новая полиграфия. С. 168-173.

Юсупов Р.Р., Каика А.И. 2009. Промыслово-биологическая характеристика североохотоморских камбал в условиях увеличившейся промысловой нагрузки. Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 3. С. 396-406.

Юсупов Р.Р., Семенов Ю.К., Николенко Л.П., Каика А.И., Ракитина М.В., Сергеев А.С., Немченко А.Ю., Сидяков Ю.В. 2012. Структура улова, состояние и промысел донных рыб в Северо-Охотоморском промысловом районе и зал. Шелихова Охотского моря. Отчётная сессия ФГУП «МагаданНИРО» по результатам научных исследований 2011 г.: материалы докладов. Магадан: МагаданНИРО. С. 103-107.

Юсупов Р.Р., Семенов Ю.К., Шилин Ю.А. 2015. Рост и продукция массовых видов камбаловых рыб (Pleuronectidae) северной части Охотского моря. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 36. С. 14-24.

Выявление возбудителей эпизоотически значимых заболеваний лососевых рыб на рыбоводных заводах Ленинградской области в 2021-2022 гг.

А.А. Быстрова, А.С. Прищепина, О.И. Ретина, Е.М. Соловьева

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга»), г. Санкт-Петербург
e-mail: mikrobiol-gosniorh@yandex.ru

Аннотация. В статье систематизированы результаты ихтиопатологического мониторинга в части бактериальных заболеваний лососевых рыб, проведенного на рыбоводных заводах Ленинградской области в 2021-2022 гг. На основе полученных данных осуществлена оценка эпизоотического состояния выращиваемых объектов искусственного воспроизводства.

Ключевые слова: аэромоназ, псевдомоназ, флексибактериоз, бактериальная холодноводная болезнь, бактериальная жаберная болезнь, болезни лососевых рыб.

Целью работы являлось обобщение и анализ полученных за 2021-2022 гг. результатов исследований бактериальных патогенов, являющихся возбудителями эпизоотически значимых заболеваний лососевых в условиях рыбоводных заводов северо-западного региона.

В задачи входила оценка эпизоотического состояния рыбоводных заводов Ленинградской области на основании выделения предполагаемых возбудителей аэромоназа (*Aeromonas salmonicida*), псевдомоназа (*Pseudomonas fluorescens*), миксобактериозов – бактериальной холодноводной болезни (*Flavobacterium psychrophilum*, син. *Cytophaga psychrophila*), флексибактериоза (*F. columnare*, син. *Flexibacter columnaris*), бактериальной жаберной болезни (*F. branchiophila*, син. *Flexibacter branchiophila*) и их дальнейшей идентификации (Бесарабов, 2007).

Объектами исследования являлись рыбы семейства лососевых – озерный лосось (*Salmo trutta fario*), семга (*Salmo salar*), кумжа (*Salmo trutta*) разных возрастных групп (сеголетки, годовики). Отбор проб проводили в весенний и летне-осенний периоды. Пробы были отобраны на пяти рыбоводных заводах, расположенных в Ленинградской области – Волховском, Лужском производственно-экспериментальном лососевом, Нарвском, Невском и Свирском. Общее количество в 2021-2022 гг. составило 90 и 80 особей соответственно.

Для определения наличия характерных клинических признаков проводили внешний осмотр рыб, а также патологоанатомическое вскрытие для оценки состояния внутренних органов. Материал для микробиологического исследования отбирали с соблюдением правил асептики с поверхности жабр и из паренхиматозных органов – печени, почек, селезенки, при наличии видимых повреждений (язвы, кровоизлияния) – с поврежденного участка.

Первичные бактериологические посеы проводили: на триптон-соевом агаре (Tryptone Soya Agar) – для выделения аэромонад; на мясо-пептонном агаре – для выделения псевдомонад, продукцию флюоресцеина определяли на среде для детекции образования флюоресцеина псевдомонадами (Pseudomonas Agar For Fluorescein). Температура инкубации посевов составляла 26 °С. Первичные посеы для выделения миксобактерий проводили на питательной среде Анакера-Ордала при трех температурах инкубации – 17, 22 и 37 °С для разных возбудителей (Анттила, 2011; Мусселиус и др., 1987).

Подозрительные по культуральным и морфологическим признакам бактериальные культуры подвергали ряду анализов с целью определения соответствия их тинкториальных и биохимических свойств дифференцирующим признакам предполагаемого возбудителя (Анттила, 2011; Мусселиус и др., 1987; Krieg et al., 2010).

В период наблюдений отмечались единичные случаи инфицирования культивируемых рыб бактериальными патогенами (Табл. 1-2).

Таблица 1. Результаты обследования организаций по искусственному воспроизводству водных биоресурсов на наличие эпизоотически значимых бактериальных заболеваний (2021 г.).

Период отбора проб	Объект исследования	Количество экз. рыб	Количество выделенных бактериальных культур	Результат исследования
Волховский рыбоводный завод				
октябрь	семга (сеголеток)	10	32	возбудитель бактериальной холодноводной болезни (однократно)
Лужский производственно-экспериментальный лососевый завод				
апрель	семга (сеголеток)	10	92	бактериальные патогены не выявлены
июль	семга (сеголеток)	10	127	бактериальные патогены не выявлены
Нарвский рыбоводный завод				
май	семга (сеголеток)	10	78	бактериальные патогены не выявлены
август	семга (годовик)	10	30	бактериальные патогены не выявлены
Невский рыбоводный завод				
март	семга (сеголеток)	10	84	бактериальные патогены не выявлены
октябрь	семга (сеголеток)	10	48	бактериальные патогены не выявлены
Свирский рыбоводный завод				
июль	озерный лосось (сеголеток)	10	104	бактериальные патогены не выявлены
октябрь	кумжа (годовик)	10	40	бактериальные патогены не выявлены

Возбудитель холодноводной болезни *F. psychrophilum* был выделен в октябре 2021 г. в бактериальном посеве материала от одного сеголетка семги, отобранного на Волховском рыбоводном заводе. Бактериальная холодноводная болезнь наиболее опасна для молоди лососевых рыб при искусственном выращивании, так как может протекать бессимптомно, приводя к гибели за счет развития системной инфекции. При широком распространении возбудителя внутри хозяйства отход мальков, сеголетков и годовиков способен достигать 10-20%.

Таблица 2. Результаты обследования организаций по искусственному воспроизводству водных биоресурсов на наличие эпизоотически значимых бактериальных заболеваний лососевых рыб (2022 г.).

Период отбора проб	Объект исследования	Количество экз. рыб	Количество выделенных бактериальных культур	Результат исследования
Волховский рыбоводный завод				
ноябрь	семга (сеголеток)	10	55	бактериальные патогены не выявлены
Лужский производственно-экспериментальный лососевый завод				
апрель	семга (годовик)	10	76	бактериальные патогены не выявлены
август	кумжа (сеголеток)	10	62	выявлен возбудитель псевдомоноза (однократно)
ноябрь	кумжа (сеголеток)	5	11	бактериальные патогены не выявлены

Период отбора проб	Объект исследования	Количество экз. рыб	Количество выделенных бактериальных культур	Результат исследования
	семга (сеголеток)	5	16	бактериальные патогены не выявлены
Нарвский рыбоводный завод				
август	семга (годовик)	10	42	бактериальные патогены не выявлены
Невский рыбоводный завод				
март	семга (годовик)	10	5	бактериальные патогены не выявлены
ноябрь	семга (сеголеток)	10	51	бактериальные патогены не выявлены
Свирский рыбоводный завод				
май	семга (годовик)	10	111	выявлен возбудитель псевдомоноза (однократно)

При проведении наблюдений в 2022 г. были отмечены два случая выявления возбудителя псевдомоноза: в августе – на Лужском производственно-экспериментальном лососевом заводе, в мае – на Свирском рыбоводном заводе. Обычно вспышки псевдомоноза происходят до пересадки рыб в нагульные пруды. Отход молоди составляет 30-40%. Развитию заболевания способствуют увеличенные плотности посадки, загрязнение воды органическими веществами и общее снижение иммунитета у молоди (Бесарабов и др., 2007).

Несмотря на разовые случаи выявления указанных патогенов, развития инфекционного процесса у культивируемых рыб не отмечалось, содержащаяся на предприятиях молодь имела достаточно высокие физиологические показатели и хорошую жизнеспособность. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод об эпизоотически удовлетворительном состоянии обследованных предприятий по перечисленным заболеваниям. Тем не менее, единичные случаи обнаружения возбудителей бактериальной холодноводной болезни и псевдомоноза обуславливают необходимость наблюдения за выращиваемой молодью и тщательного соблюдения технологии выращивания.

Список литературы

Анттила П. 2011. Диагностика бактериальных болезней рыб: лабораторное пособие на основе практики финских специалистов НИИ Охотничьего и рыбного хозяйства Финляндии. Хельсинки, 44 с.

Бесарабов Б.Ф, Вашутин А.А., Воронин Е.С. и др. Под ред. Сидорчука А.А. 2007. Инфекционные болезни животных. М.: «Колосс», 671 с.

Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вахман А.А. и др. 1987. Лабораторный практикум по болезням рыб: Учебное пособие. М.: «Легкая и пищевая промышленность», 296 с.

Krieg N.R., Ludwig W., Whitman W.B. etc. 2010. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2nd ed., vol. 4. New York: «Springer-Verlag», 949 p.

Распределение осетра сибирского *Acipenser baerii* в нижнем течении реки Лена

А.Б. Васёв*, О.Ю. Вилкова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

*e-mail: vasev@vniro.ru

Аннотация. В данной статье представлены данные по распределению осетра сибирского на нижнем течении реки Лена. Приведены данные по плотности его распределения, проведен сравнительный анализ размерных групп на исследованных участках.

Ключевые слова: осетр сибирский, река Лена, распределение, плотность.

Осетр сибирский *Acipenser baerii* Brandt, 1869 в большинстве рек Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского рыбохозяйственных бассейнов, обитает преимущественно в среднем и нижнем течении, заходит в опреснённые приустьевые участки, заливы, губы.

В Обь-Иртышском рыбохозяйственном бассейне основные места нагула находятся в Обской губе, дельте и нижнем течении реки. В самой Оби осетр встречается на всем ее протяжении (3680 км) до слияния рек Бия и Катунь.

Северной границей распространения в реке Енисей считается бухта Широкая Енисейского залива, а южной до строительства ГЭС считалось село Означенное (ныне Саяногорск), расстояние между точками около 3200 км (Рубан, 2021).

По данным литературных источников (Крохалевский и др., 2018) в реке Лена осетр сибирский распространен от села Коршуново, расположенного в 1650 км выше Якутска, на юге, до устья реки Лена; кроме того, отмечается в заливе Неелова. В многоводные годы при большом пресном стоке заходит в бухту Тикси и прибрежные ее части заливов Булункан и Сога. Таким образом, осетр населяет участок Лены протяженностью 3300 км (Кириллов и др., 2009).

Исследование распределения осетра сибирского имеет большое значение для оценки численности и биомассы его запасов. В связи с этим, цель данной работы заключалась в изучении распределения и оценки плотности осетра сибирского на нижнем течении реки Лена по данным, полученным в экспедиции 2023 г.

Ихтиологические исследования включали определение полового и размерного составов обследованных особей в исследовательских уловах по общепринятым методикам (Правдин, 1966). Выловленные особи осетров после проведения неполного биологического анализа выпускались в естественную среду обитания, за исключением той части улова, которая была использована для проведения полного биологического анализа, в который были включены все размерно-возрастные группы пропорционально их доле в улове. Для половозрелых и созревающих особей определялся коэффициент зрелости половых продуктов. Отлов осетровых и сопутствующих видов рыб осуществлялся плавными донными сетями длиной 75 м и высотой 3 м: двухстенные, шаг ячеи полотен 30 и 90 мм; трехстенные, шаг ячеи полотен 200, 40 и 200 мм. На каждом участке выполнялось до 12 сплавов, продолжительностью 0,5–1 час.

В июле 2023 г. в ходе проведения исследований на нижнем течении реки Лена от о. Джарджан-Арыта до дельты (протоки: Быковская, Сардахская, Оленёкская) было выполнено 64 сплава (рис. 1), в результате поймано 286 экз.

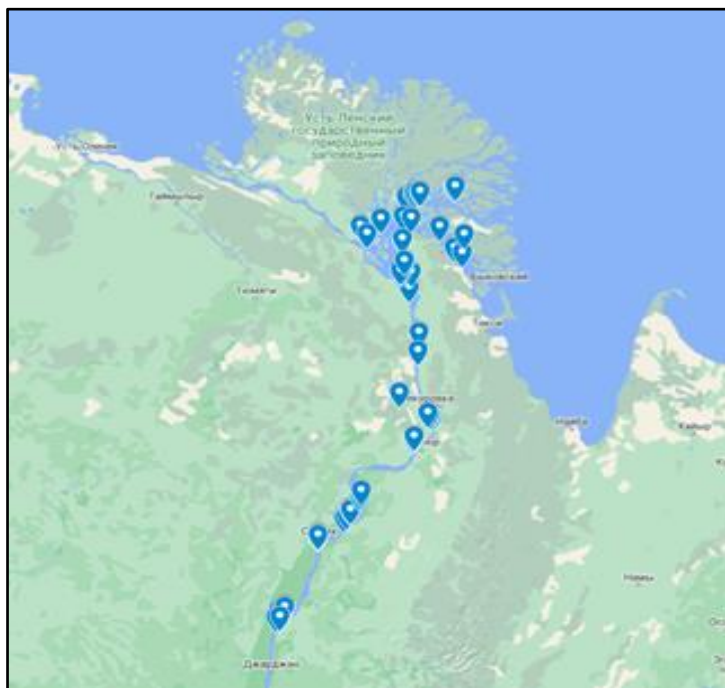


Рисунок 1. Район исследований: схема сплавов

Осетр на обследованном 650-километровом участке встречался неравномерно, но повсеместно. Всего было пять учётных участков: Джарджан, Сиктях, Кюсюр, Тит-Ары и протоки дельты реки Лена. Для каждого участка была рассчитана плотность распределения на 1 км² (рис. 2).

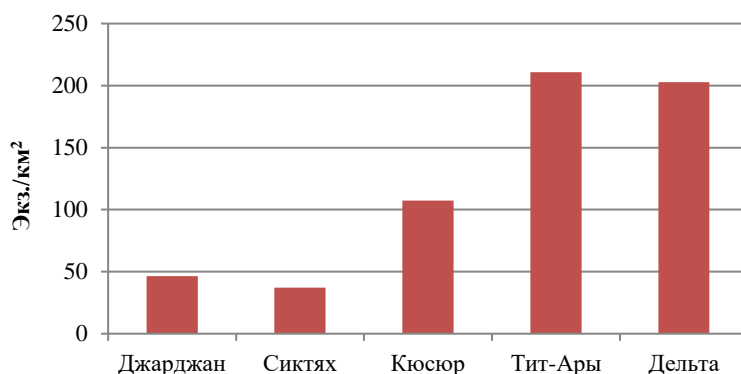


Рисунок 2. Средняя плотность осетра сибирского по участкам

Самая низкая плотность отмечена на участке Сиктях – 37 экз./км², а наибольшая на участках Тит-Ары и Дельта: 210,9 и 202,9 экз./км², соответственно. Таким образом, характер такого распределения осетра подтверждается литературными данными о том, что осетр концентрируется на нижнем течении ближе к устьевому участку, несмотря на его широкий ареал обитания в реке (Кириллов и др., 2009).

Половой состав у исследованных особей представлен в основном самцами — 81%, стадии зрелости гонад от II до IV, доля самок составила 19% со стадией зрелости III–IV.

Также был проведен сравнительный анализ размерных групп осетра сибирского на данных участках (рис. 3).

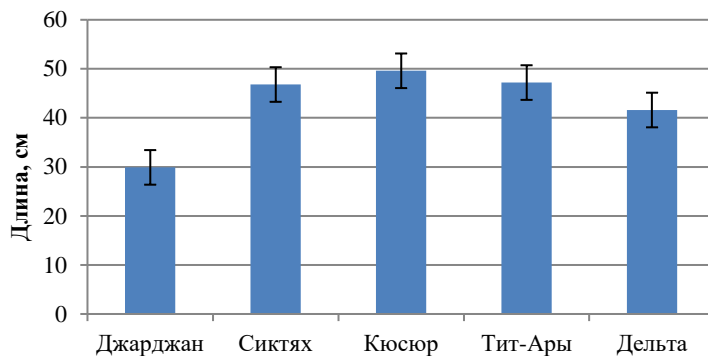


Рисунок 3. Средняя промысловая длина осетра сибирского по участкам

Размер осетра варьировал от 29,9 см до 49,6 см, при этом минимальное значение отмечено на участке Джарджан, скорее всего, это связано с особенностями условий в районе исследований и отработкой методики лова в начале работ, в результате которых не удалось обловить все размерные группы. В целом, на остальных участках достоверных различий по длине не выявлено, что может говорить о равномерном распределении размерных групп осетра сибирского.

Список литературы

Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б. и др. 2009. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 176 с.

Крохалевский В.Р., Бабкина И.Б., Визер А.М. и др. 2018. Состояние запасов осетровых рыб в водных объектах Сибири // Вопросы рыболовства, 2018. Том 19. № 3. С. 269–284.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищ. пром-сть, 376 с.

Рубан Г.И. 2021. Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 1128 с.

Изученность паразитофауны рыб реки Северная Двина

Н.С. Владыкина

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Архангельск
e-mail: vladykina@severniro.ru

Аннотация. Архангельская область расположена в северо-западной части России и известна своими богатыми водными и биологическими ресурсами, включающими в себя реку Северную Двину и различные виды промысловых рыб, обитающих в ней. Изучение паразитофауны рыб является важной областью исследований, которая позволяет сделать вывод о влиянии паразитов на выживаемость популяции, сформировать эффективные стратегии управления рыболовством в регионе, взять под контроль эпизоотическую ситуацию и предотвратить передачу заболеваний от рыб к человеку. Таким образом, цель работы состоит в оценке изученности паразитофауны рыб реки Северная Двина и её водотоков. Материал исследования основывался на данных опубликованных ранее статей, размещенных в научных электронных библиотеках. В ходе анализа было отмечено, что паразитофауна Северной Двины имеет слабую изученность и представляет научный интерес и перспективы к проведению исследований.

Ключевые слова: ихтиофауна, паразитофауна, видовое разнообразие, паразитические отношения, хозяйственное значение, р. Северная Двина.

Архангельская область располагается в Северо-западной части России и крупным водным объектом на её территории является река Северная Двина. Она является не только крупной судоходной рекой, но и обеспечивает потребности населения в рыбных ресурсах.

Промысел – важный элемент экономического и социально-культурного развития региона, так как обеспечивает продовольствием местное население и выступает источником дохода. В устьевой части Северной Двины ихтиофауна представлена 5 семействами морских и 12 семействами пресноводных рыб (Новоселов и др., 2022). Запасы водных биоресурсов активно используются, поэтому изучение паразитофауны рыб имеет не только научную, но и практическую значимость, обеспечивая потребности регионального рыбохозяйственного комплекса (Торцев и др., 2022).

Паразиты могут вызывать целый ряд проблем со здоровьем у рыб, включая снижение роста и плодовитости, нарушение иммунных функций и повышенную восприимчивость к другим заболеваниям. С целью контроля и прогнозирования эпизоотической обстановки на водных объектах должны проводиться мониторинговые исследования. Таким образом, целью обзора является оценка изученности паразитофауны рыб р. Северная Двина.

Материалы исследования основаны на опубликованных статьях, размещенных в российской научной электронной библиотеке e-library.

Наибольший вклад в описание паразитофауны рыб реки Северная Двина внесли Г.Н. Доровских и В.Г. Степанов. Ученые Сыктывкарского государственного университета им. П. Сорокина в своих работах проводили исследования на водотоках верхнего течения Северной Двины (Доровских, 2005; Доровских и др., 2011; Доровских, Степанов, 2017; Доровских, Степанов, 2018). Объектами исследований служили плотва, гольян, хариус и другие промысловые виды рыб. В одной из своих работ ученые провели сравнение паразитофауны самок и самцов гольяна. Результаты работ показали, что нельзя недооценивать различия в зараженности у разнополых особей одного вида в зависимости от сезона, но разница в числе видов паразитов самок и самцов статистически не достоверна, что оставляет гипотезу не подтвержденной и стимулирует к проведению подобных исследований на примере других видов рыб (Доровских, Степанов, 2017).

По сравнительной оценке распределения паразитов хариуса по отдельным бассейнам рек Северная Двина имеет среднее значение видового разнообразия паразитов. Всего паразитофауна представлена 20 видами фаунистических комплексов, в то время как в других исследованных водоемах это значение доходит до 25–32 видов (Румянцев и др., 2005).

Единственным представителем осетровых рыб в реке Северная Двина является стерлядь. Одним из паразитов данного вида рыб является *Polypodium hydriforme*, который поражает икру. Длительное время оценка зараженности плоипоидами оставалась неизученной. В работе А.Ю. Ибрагимов предоставил данные об экстенсивности инвазии, которая составила 88 %, что является высоким показателем (Ибрагимов, 2002). Исследования проводились в районах, приближенных к устью Северной Двины и на Солзенском экспериментально-производственном лососевом рыбзаводе.

Для водоемов разных типов будет характерен различный видовой состав гидробионтов. Проведение паразитологических исследований позволит получить наиболее полную экологическую характеристику водного объекта, что в свою очередь даст возможность оценить эпизоотическую обстановку, предотвратить возникновение очагов заболеваний и массовый мор рыбы. Одним из поводов для проведения мониторинговых работ является риск заражения человека паразитами при употреблении зараженной рыбы.

В ходе исследований социально-гигиенического мониторинга здоровья населения особый интерес представляют гельминты, достигающие половозрелости в теле рыбоядных млекопитающих. В группу риска входят возбудители анизакидоза, описторхоза, псевдамфиломоза. В бассейнах рек Северной Двины в качестве компонентов паразитофауны рыб встречаются личинки анизакид (Ларцева, Обухова, 2021). В цикле развития данного паразита рыба будет являться промежуточным хозяином, а человек – окончательным. Аналогично с паразитом, вызывающим описторхоз. Для предотвращения заражения человека необходимо совершенствовать методы санитарно-паразитологических исследований пищевых продуктов, методы диагностики и профилактики, а также заниматься мониторинговыми работами и просветительской деятельностью населения.

Анализ литературы показал, что реки бассейна Северной Двины изучаются достаточно активно, а паразитофауна устья реки изучена слабо. Это может быть связано с нехваткой кадров специалистов-паразитологов в Архангельске, отсутствием поставленных перед научно-исследовательскими институтами города задач, особенностями проведения паразитологических исследований. Для проведения комплексного паразитологического анализа рыба должна быть свежеевыловленной, не мороженой, только при соблюдении этого условия можно судить о полном составе паразитофауны того или иного вида рыб.

Таким образом, необходимость изучения паразитофауны рыб устьевой области р. Северная Двина обусловлено несколькими причинами. Во-первых, полученная информация позволит подробно изучить биоразнообразие водных систем реки. Во-вторых, контроль за эпизоотическим состоянием поможет выявить потенциальные угрозы здоровью популяции гидробионтов, предотвратить массовый мор рыбы и избежать передачи инфекционных заболеваний от рыб к человеку. В-третьих, данные исследований послужат основой для формирования эффективных стратегий управления рыболовством в регионе.

Список литературы

Доровских Г.Н. 2005. Компонентные сообщества паразитов пескаря (*Gobio gobio*) из бассейнов рек Северная Двина и Мезень. Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: 221–236.

Доровских Г.Н., Степанов В.Г., Бознак Э.И. 2011. Круглоротые и их паразиты из водотоков европейского северо-востока России. Рыбоводство и рыбное хозяйство № 3: 44–48.

Доровских Г.Н., Степанов В.Г. 2017. Сезонные различия паразитофауны и структуры компонентного сообщества паразитов самок и самцов голяна *Phoxinus phoxinus* L. из бассейна верхнего течения р. Северная Двина. Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология. Геология. Химия. Экология: 54–71.

Доровских Г.Н., Степанов В.Г. 2018. Паразитофауна плотвы из бассейнов рек Северная Двина, Мезень и Печора. Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: 212–216.

Ибрагимов А.Ю. 2002. *Polypodium hydriforme* в икре Северодвинской стерляди: 134–139.

Ларцева Л.В., Обухова О.В. 2021. Биологические опасности паразитарной природы, связанные с продуктами питания водного происхождения. Современные исследования в науках о земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения: 192–199.

Новоселов А.П., Лукина В.А., Матвеев Н.Ю., Матвеева А.Д. 2022. Биологическая характеристика ихтиофауны устьевой области реки Северная Двина. Труды Карельского научного центра РАН № 3: 82–96.

Румянцев Е.А., Иешко Е.П., Шульман Б.С. 2005. Паразиты лососевидных рыб (Salmoidei) европейского севера России. Лососевидные рыбы Восточной Финляндии: 116–130.

Торцев А.М., Студёнов И.И., Чупов Д.В. 2022. Современное состояние промысла атлантического лосося в низовьях реки Северной Двины. Известия Коми научного центра УрО РАН № 4 (56): 46–51.

Гибрид русского осетра и калуги - перспективный объект индустриального рыбоводства

А.П. Воробьев, А.А. Арчибасов, Е.А. Мельченков, Ю.А. Новоселова

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
Московская обл., пос. Рыбное
e-mail.ru: innovazii-vniiprh@mail.ru

Аннотация. Проведена рыбоводно-биологическая оценка гибрида русский осетр×калуга (РО×К) при товарном выращивании в условиях установки замкнутого цикла водообеспечения, расположенной на территории ОСПХ «Якоть» Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»). Показано, что гибрид обладает высокой потенциальной способностью к росту. Для получения первой товарной продукции массой более 1 кг потребовалось около 8 мес. при общей сумме тепла 4687 градусо-дней и средней температуре воды 19,4 °С.

Ключевые слова: гибрид РО×К, сумма тепла, коэффициент массонакопления, УЗВ.

С развитием товарного индустриального осетроводства России все больший интерес вызывают различные гибридные формы осетровых рыб. Идет непрерывный поиск гибридов, отличающихся высокой пластичностью к специфическим условиям установок замкнутого цикла водообеспечения, обладающих высокой выживаемостью, темпом роста и пищевой ценностью.

В настоящее время создано большое количество межвидовых и межродовых гибридных форм осетровых рыб, отвечающих выше обозначенным требованиям. В первую очередь широко известен и хорошо освоенный предприятиями аквакультуры бестер. Также созданы и выращиваются гибриды белуги с шипом, шипа с белугой, с осетром, стерлядью, сибирского осетра с белугой, русским осетром, калугой, стерлядью и др. (Карпучин и др., 2018; Мельченков и др., 2021).

Хорошо зарекомендовали гибриды бурцевской породы бестера с русским осетром (БС×РО), севрюгой (БС×Севр), сибирского осетра и внировской породы бестера (СО×Б.БС) (Арнаутов и др., 2018), реципрокные гибриды калуги на амурского осетра (К×АО), амурского осетра на калугу (АО×К) (Сафронов и др., 2021) и другие, позволяющие получать товарную продукцию уже в середине второго года выращивания.

Целью работы являлась оценка продукционного потенциала гибридной формы русского осетра и калуги при выращивании в условиях установок замкнутого цикла водообеспечения.

Исследования проведены в научно-исследовательском центре инкубации и выращивания рыбы (УЗВ), расположенном на территории ОСПХ «Якоть» Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») в течение 7 месяцев.

Объектом исследования являлся межродовой гибрид русского осетра на калугу (РО×К).

Исходными производителями являлись выращенные в условиях индустриального хозяйства самки русского осетра генерации 2007 г. и самец калуги генерации 2005 г.

Получение половых продуктов, выращивание посадочного материала осуществляли по общепринятым методикам. Молодь массой 20,3 г, полученная в условиях УЗВ отдела Конаковский, в возрасте 87 суток была доставлена в живорыбном контейнере объемом 2,4 м³ на УЗВ ОСПХ «Якоть». Продолжительность транспортировки при температуре воды 12 °С составила 2 часа. По прибытию была выполнена профилактическая обработка рыбы препаратом хлорамин Б (производитель "ВОСНЕМІЕ", Чехия) при дозировке 8,3 г/м³ сухого вещества с экспозицией 20 минут с последующей адаптацией молоди к температуре воды

17 °С. При выращивании использовали комбикорм для молоди компании «Лимкорм», рецепт – Осетр 50/15, фракция 2,5-3 мм. При достижении молодь средней массы 300 г перешли на производственный корм рецепта Осетр 47/15 с размером гранул 4,5-6 мм. Суточная норма внесения корма составила 1,4-1,1 %.

Среднее содержание кислорода на всем протяжении рассматриваемого периода составляло 8,0 мг/л.

Рассчитывали коэффициент массонакопления (Км) (Резников и др., 1978; Баранов и др., 1979). Для статистической обработки полученных результатов использовали стандартную программу Microsoft Excel 2010.

Выращивание гибридной формы проводилось в условиях установки замкнутого водообеспечения в лотках ейского типа с плотностью посадки в начале 2,48 кг/м² (5,6 кг/м³) и в конце 7,68 кг/м² (17,3 кг/м³). Средний коэффициент массонакопления за этот период выращивания составил 0,134.

При наборе средней массы 844,5 г сеголетков гибрида РО×К в возрасте 241 сутки перевели в пластиковый бассейн объемом 6,6 м³ (ø 2,8 м и h 1,2 м), площадью 6,0 м² и кратностью водообмена 0,55 объем/час. Плотность посадки составляла 13,7 кг/м³ (15,0 кг/м²). Разброс по массе тела составил 210-1590 г. В конце этапа выращивания в бассейне (302 сутки) плотность посадки составила 18,8 кг/м³ (20,6 кг/м²), коэффициент массонакопления – 0,048.

Наиболее высокий коэффициент массонакопления за 28 суток выращивания наблюдался у гибрида в возрасте 204 суток (0,158) при средней температуре воды 22,3 °С, что является весьма близким к расчетному для сибирского осетра (Купинский и др., 2018). Средний коэффициент массонакопления за весь период выращивания в УЗВ ОСПХ «Якоть» в течение 211 суток составил 0,110 (табл.). Гибрид показал хорошие ростовые качества даже при снижении температуры воды до 19°С (рис.).

Таблица. Результаты выращивания гибридной формы РО×К в условиях УЗВ ОСПХ «Якоть»

Возраст, сутки	91	120	148	176	204	241	302
Средняя масса, г	20,3	69,1	130,4	228,7	437,5	844,5	1137
±m	3,8	-	28,1	61,3	92,2	188,3	234,6
Min-max	12-32	-	56-254	42-478	170-805	210-1590	510-2000
CV, %	24,1	-	28,5	34,6	27,2	28,0	25,8
S	4,9	-	37,1	79,2	119,2	236,4	293,5
Км	-	0,142	0,104	0,112	0,158	0,151	0,048
Сумма тепла за период, градусо-дни	-	561	566	639	624	740	1141
Общая сумма тепла, градусо-дни	1557	2118	2684	3323	3947	4687	5828
Средняя температура воды, °С	17,1	19,3	20,2	22,8	22,3	20,0	18,7
Общая средняя температура за этап, °С	19,4						

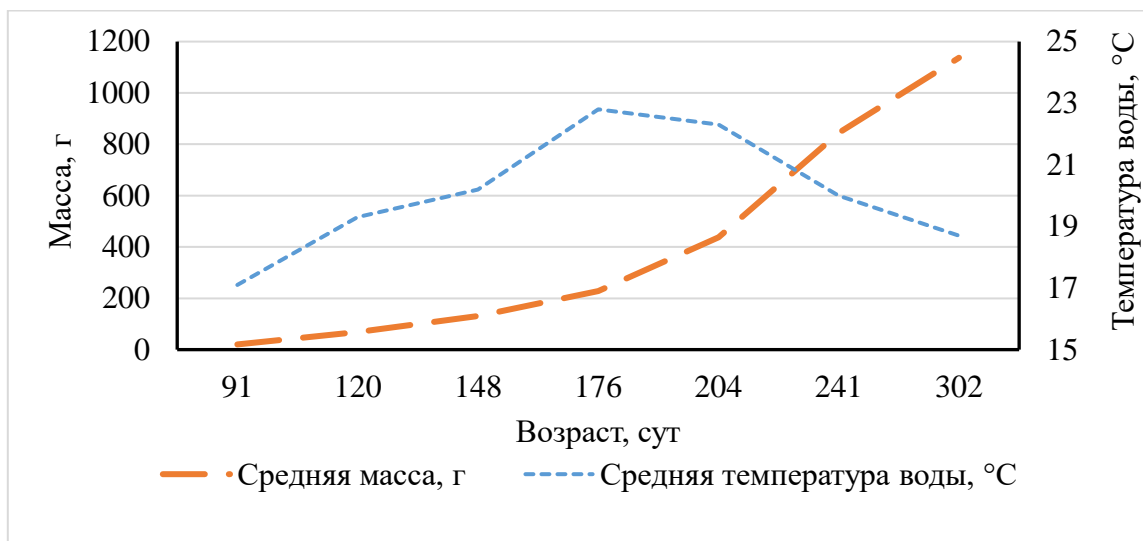


Рисунок. Рост гибридной формы РО×К за 211 суток выращивания в условиях УЗВ ОСПХ «Якоть»

Реализация продукции осетровых рыб на товарном предприятии начинается при достижении рыбой массы 1 кг и более. Можно отметить, что при средней температуре 19,4 °С и общей сумме тепла 4687 градусо-дней к первой реализации товарной продукции гибридной формы РО×К путем селективного отбора можно приступить в возрасте 240 суток (27 % от стада). На 302 сутки выращивания 67 % особей стада достигли товарной массы.

Список литературы

Арнаутов М.В., Артемов Р.В., Бурлаченко И.В., Артемов А.В., Филиппова О.П., Сафронов А.С., Биндюков С.В. 2018. Технологические характеристики межвидовых гибридов осетровых рыб, выращиваемых в условиях УЗВ. Международная научно-практическая конференция, посвященная 90-летию Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства «Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем. Ростов-на-Дону: ФГБНУ «АзНИИРХ», 17-20.

Баранов С.А., Резников В.Ф., Стариков Е.А., Толчинский Г.И. 1979. Основные уравнения роста биологических объектов. Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР. М.: Наука, 156-168.

Карпухин А.И., Ветров С.А., Китаев И.А. 2018. Перспективы использования гибридов осетровых рыб для выращивания в системах с замкнутым циклом водоснабжения. III Национальная научно-практическая конференция «Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и продовольственной безопасности страны» Казань, 3-5 октября 2018. Саратов: Амирит, 141-146.

Купинский С.Б., Мельченков Е.А., (Петрова Т.Г.). 2018. Границы возможного роста сибирского осетра. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию РУП «Институт рыбного хозяйства». Минск: Беларуская навука, 34, 140-155.

Мельченков Е.А., Мышкин А.В., Калмыкова В.В., Воробьев А.П., Арчибасов А.А. 2021. Некоторые аспекты рыбохозяйственного освоения гибридов осетровых рыб России. Часть 1. Рыбоводство и рыбное хозяйство № 9: 16-29.

Резников В.Ф., Баранов С.А., Стариков Е.А., Толчинский Г.И. 1978. Стандартная модель массонакопления рыбы. Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. М., 22, 182-196.

Сафронов А.С., Рачек Е.И., Зуевский С.Е., Амвросов Д.Ю., Филиппова О.П. 2021. Результаты сравнительного выращивания калуги, амурского осетра и реципрокных гибридов между ними с использованием различных технологий. Известия ТИНРО 201 (4): 923-936.

Диагностика триплоидии сиговых рыб в поздний эмбриональный период путем сравнения морфологии крови

М.М. Вылка, А.А. Лютиков, В.А. Голотин

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ им. Л.С.Берга), г. Санкт-Петербург
e-mail: vylka.maxim@yandex.ru

Аннотация. Данное исследование посвящено диагностике плоидности эмбрионов сиговых рыб (муксуна и пеляди), полученных в рамках работ по их триплоидизации с использованием гидростатического шока. Для этого методом микроскопии по окрашенным препаратам крови и посредством анализа морфологии клеток был поставлен и оптимизирован методический приём по идентификации плоидности сиговых рыб. Было показано, что кровь триплоидных эмбрионов содержит увеличенные в 1,5 раза клеточные ядра и клетки крови, что является основным критерием данной диагностики.

Ключевые слова: триплоидия, идентификация плоидности, ядра клеток крови, световая микроскопия, проточная цитометрия, сиговодство.

Индукцированная триплоидия является одним из методов повышения товарной продукции в аквакультуре. При повышении плоидности наблюдаются изменения морфологии крови, что выражено в увеличении линейных размеров клеток и их ядер, как, например, у лососевых и карповых рыб (Wlasow et al., 2004; Liu et. al, 2007). Эта особенность взята за основу идентификации триплоидии у эмбрионов сиговых рыб на основе анализа размеров клеточных ядер элементов крови методом световой микроскопии. Своевременная диагностика плоидности объектов аквакультуры в условиях отсутствия высокотехнологичного оборудования является неотъемлемой частью контроля технологических процессов индукции триплоидии культивируемых рыб и, при необходимости, корректировки биотехнологических процессов. Так анализ морфологии крови на стадии эмбриогенеза позволяет исключить из исследования варианты, в которых триплоидизации не случилось.

Триплоидов сиговых рыб получали методом воздействия на осемененную икру гидростатического шокового давления с использованием протоколов, близких для триплоидизации лососевых видов рыб (Benfey, 1999). Икру для исследований получали от рыб, содержащихся в промышленных условиях на рыбоводном хозяйстве ООО «Форват» (Ленинградской обл.). Определение плоидности проводили у эмбрионов муксуна *Coregonus muksun* и пеляди *C. peled*, которые находились на этапах, близких к вылуплению (с 15 апреля по 10 мая 2023 года) и характеризовались желточно-сосудистой системой кровообращения. Для изготовления препаратов брали по 10 случайных эмбрионов из контрольных (диплоидных) и предположительно триплоидных групп, извлекали из оболочки, обсушивали фильтровальной бумагой и помещали на предметное стекло. Затем сверху прижимали покровным стеклом, так чтобы образовался монослой клеток. Препараты фиксировали и окрашивали методом Паппенгейма в день их изготовления красителями по Май-Грюнвальду и Романовскому-Гимза. Фотографии клеток сделаны с помощью микроскопа МикМед-2, камеры Levenhuk M11400Plus. Обработку снимков проводили в программе ImageJ, которая находится в свободном доступе и является универсальной платформой для обработки изображений (Schneider et al., 2012). Калибровка проведена объект-микрометром с ценой деления 10 мкм. На одном препарате просматривали и измеряли 200-300 клеток и клеточных ядер. Статистический анализ данных выполнен в программах ImageJ и Excel.

Для подтверждения полученных результатов был дополнительно проведён анализ с использованием современного метода проточной цитометрии с окрашиванием пропидий

иодидом, позволяющим окрасить ДНК клетки и провести высокоточный анализ количества ДНК в каждой клетке (Golotin et. al, 2023).

Препараты полученных клеток крови эмбрионов (Рис. 1) были в основном представлены незрелыми формами, что характерно для эмбрионального гемопоэза (Иванова, 1983). Так у диплоидных эмбрионов (контроль) средние значения площади клеточных ядер были достоверно меньше, чем у триплоидных – 46,6 против 75,1 мкм² у муксуна и 52,1 и 80,4 мкм², соответственно, у пеляди. Заметное увеличение ядер привело к пропорциональному увеличению клеток крови (табл.).

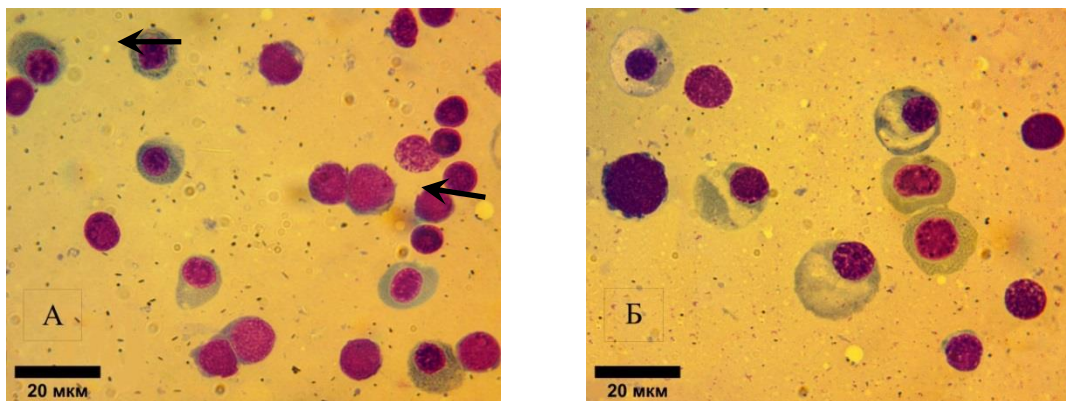


Рисунок 1. Фотографии клеток крови эмбрионов сиговых рыб: А – диплоиды (контроль), Б – вероятные триплоиды (стрелками указаны незрелые эритроциты)

Таблица. Результаты измерений площадей ядер и клеток крови диплоидных (контрольных) и вероятных триплоидных эмбрионов.

	Муксун		Пелядь	
	Контроль	Триплоид	Контроль	Триплоид
Ср. площадь ядра, мкм ²	46,6±1,3	75,1±2,0	52,1±1,4	80,4±2,4
Мода, мкм ² / кол-во ядер	32,2/78	57,4/68	33,8/63	63,4/35
Ср. площадь клеток, мкм ²	116,7±4,4	181,4±7,4	100,2±8,4	145,4±6,7
Соотношение ср. площадей три- и диплоидных ядер, клеток крови	≈ 1,5		≈ 1,5	

Результаты цитогенетического анализа эмбрионов сиговых подтвердили различия контрольных (диплоидных) и триплоидных групп. Интенсивность флуоресценции пика G1 клеточного цикла полученных клеток эмбрионов по содержанию ДНК у триплоидов была в 1,3 раза выше, чем у контрольной группы (рис. 2).

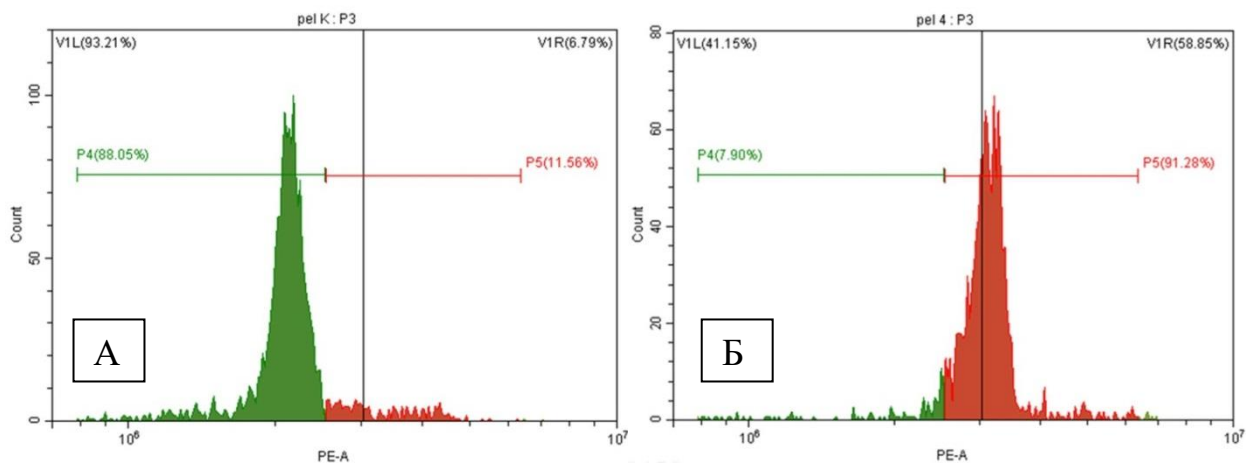


Рисунок 2. Гистограммы интенсивности флуоресценции пика G1 клеточного цикла в единичных клетках контрольного (А, зелёный) и триплоидного (Б, красный) образцов (на примере пеляди), полученные с использованием проточного цитометра CytoFlex ((Beckman Coulter, Германия), канал PE).

Используемый метод определения ploидности сиговых рыб на заключительных этапах эмбрионального развития путем морфометрического сравнения ядер клеток крови позволяет достоверно идентифицировать триплоидных особей и оценить эффективность мероприятий индуцируемой триплоидии в аквакультуре. Данный способ диагностики относительно прост и может быть оперативно осуществлен непосредственно на рыбоводных предприятиях.

Данное исследование было поддержано грантом РФФ №23-26-00257.

Список литературы

- Иванова Н.Т. 1982. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). – М.: Легкая и пищевая пром-сть. – с. 184
- Benfey T.J. The physiology and behavior of triploid fishes // Rev. Fish. Sci. 1999. Vol. 7. P. 39–67.
- Golotin V., Lyutikov A., Filatova T., Sharoyko V., Apalikova O. A rapid and simple procedure for the isolation of embryonic cells from of fish eggs // bio-protocol. 2023 (in press)
- Liu S. 2007. The Formation of the Polyploid Hybrids From Different Subfamily Fish Crossings and Its Evolutionary Significance /Shaojun Liu, Qinbo Qin, Jun Xiao, Wenting Lu, Jiamin Shen, Wei Li, Jifang Liu, Wei Duan, Chun Zhang, Min Tao, Rurong Zhao, Jinpeng Yan, Yun Liu //Genetics, Volume 176, Issue 2, Pages 1023–1034 <https://doi.org/10.1534/genetics.107.071373>
- Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nature Methods, 9(7), 671–675. doi:10.1038/nmeth.2089
- Wlasow T., Kuzminski H., Woznicki P., Ziomek E. Blood cells alteration in triploid brook trout *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) // Acta Vet Brno. 2004. Vol. 73. Iss. 1. P. 115–118.

Оценка влияния гидромеханизированных работ на зоопланктонные сообщества Куйбышевского водохранилища

М.А. Гвоздарева, А.В. Мельникова

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»), г. Казань
e-mail: rita_6878@mail.ru

Аннотация. В работе показано, как изменяется структура и количественные показатели зоопланктона при осуществлении добычи строительных песков на акватории Куйбышевского водохранилища. На участках, подверженных влиянию работы земснаряда, прослеживается тенденция снижения средних значений численности планктонных беспозвоночных и их видового разнообразия, по сравнению с фоновым участком. В зоне проведения работ земснарядом зафиксировано наибольшее значение показателя смертности, который был в 3 раза выше такового, чем на участке не подверженному негативному воздействию.

Ключевые слова: Куйбышевское водохранилище, погибшие особи, травмированные организмы, гидромеханизированные работы, анилиновый голубой краситель.

Гидромеханизированные работы на водоеме влияют на условия существования сообществ гидробионтов и приводят к повышению содержания минеральной взвеси, что оказывает летальное, ингибирующее, стимулирующее или индифферентное воздействия. В местах проведения добычи песчано-гравийной смеси планктонные гидробионты испытывают негативное влияние, которое выражается в изменении качественных и количественных показателей сообщества и появлении травмированных и/или погибших особей (Хозяйкин и др., 2020).

В представленной работе предпринята попытка оценить изменения структуры и количественных показателей зоопланктона в зоне проведения гидромеханизированных работ по добыче строительных песков на водном объекте.

Материалом послужили данные экологического мониторинга, проведенного в весенний, летний и осенний периоды 2022 г. на акватории Волжского плеса Куйбышевского водохранилища. Пробы зоопланктона отбирали на трех станциях: ст. 1 – фон, ст. 2 – воздействие и ст. 3 – после воздействия, ниже по течению на расстоянии около 500 м. В качестве орудия для сбора зоопланктона использовали количественную сеть Джели (диаметр входного отверстия 12 см, размер ячеей 74 мкм). Отбор проб осуществлялся тотально, облавливался весь столб воды от дна до поверхности.

Камеральная обработка проб проводилась в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами (Методические рекомендации..., 1982). Количество организмов просчитывали под бинокулярным микроскопом Биомед-1 в камере Богорова в двукратной повторности, затем тотально всю пробу. Идентификация видов осуществлялась с помощью определителей (Кутикова, 1970; Определитель зоопланктона..., 2010, Коровчинский и др., 2021).

Для оценки сообщества зоопланктона использовали показатели: количество таксонов (КТ), численность (N, тыс. экз./м³), индекс доминирования (Id), индекс разнообразия Шеннона (по численности – H_N, бит/экз.) (Шитиков и др., 2003).

Для оценки доли погибших и/или травмированных особей при их прохождении через устройства земснаряда во время добычных работ пробы окрашивали водорастворимым анилиновым голубым красителем с последующей фиксацией 40 % раствором формалина. К погибшим и/или травмированным особям относили полностью или почти полностью (более чем 2/3 тела) окрашенных организмов (рис.) (Дубовская, 2008).



Рисунок. Веслоногий рачок *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) (слева (окрашенная в голубой цвет особь) – рачок, погибший в интервале 1 час – менее 1–4 суток, справа – живой рачок)

Согласно проведенным исследованиям выявлено, что зоопланктон на рассматриваемом участке водохранилища включал 38 таксонов, которые относились к 2 типам – Rotifera (9) и Arthropoda (29). Среднее число видов на пробу составило 13 ± 2 , а наибольшее значение наблюдалось в весенний период в зоне воздействия (ст. 2).

Фауна коловраток включала 4 семейства: Asplanchnidae (1 вид), Brachionidae (5), Euchlanidae (1) и Synchaetidae (2). Членистоногие были представлены 2 группами: Cladocera (ветвистоусые ракообразные, 18) и Copepoda (веслоногие ракообразные, 11). К ветвистоусым ракообразным относилось 6 сем.: Bosminidae (4), Chydoridae (4), Daphniidae (3), Leptodoridae (1), Polyphemidae (3) и Sididae (3). Отряд Cyclopiformes (циклопиды) включал 9 таксонов из п/сем. Cyclopiinae, а отряд Calaniformes (каляниды) – по 1 таксону из сем. Temoridae и п/сем. Diaptominae. Везде были встречены науплиальные и копеподитные стадии развития веслоногих рачков (Nauplii, Copepodita Cyclopiformes и Copepodita Calaniformes), а в летний и осенний периоды – плавающие личинки моллюска *Dreissena* sp.

Средняя численность зоопланктона в районе проведения добычных работ составила $16,49 \pm 5,33$ тыс. экз./м³, где доминировали ветвистоусые ракообразные (56±9 %). Вклад Rotifera составил 2 ± 1 , взрослых веслоногих ракообразных – 4 ± 1 %, а их неполовозрелых особей – 36 ± 7 %, велигеров дрейссен – 2 ± 1 %. Высокий индекс доминирования по численности отмечался у *Bosmina (Bosmina) longirostris* (O.F. Müller, 1785) (4,96) и *Daphnia galeata* (Sars, 1863) (4,80).

В сезонном аспекте на рассматриваемом участке водохранилища максимальные значения плотности планктонных беспозвоночных были зафиксированы в летний период, а минимальные – осенью (табл.).

Таблица. Показатели зоопланктона на станциях отбора проб по сезонам в 2022 г.

Показатель	Весна			Лето			Осень		
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3
КТ	18	20	15	13	15	16	6	6	6
N, тыс. экз./м ³	14,03	8,91	12,14	36,67	38,67	38,75	1,47	1,11	0,42
H _N , бит/экз.	1,50	1,48	1,15	1,71	1,55	1,17	1,66	1,63	1,59

В пространственном отношении средняя численность зоопланктона на фоновой станции была максимальной и составила $17,39 \pm 10,30$ тыс. экз./м³, минимальное значение отмечалось на станции после воздействия $15,84 \pm 10,14$ тыс. экз./м³, в зоне воздействия рассматриваемый показатель находился на уровне $16,26 \pm 11,47$ тыс. экз./м³. Следует отметить, что в пробах зоопланктона как на фоновом участке, так и в зоне после воздействия

во все сезоны встречались крупные экземпляры длиной до 2,8 мм, в то время как в зоне воздействия преобладали более мелкие формы планктонных беспозвоночных. Вероятно, взвесь, которая образовывалась в процессе работы земснаряда, воспринималась как пищевой объект, и крупные зоопланктеры, в частности кладоцеры, образовывали скопления на данном участке.

За весь период проведения наблюдений средний индекс Шеннона составил $1,49 \pm 0,07$ бит/экз., что указывает на низкое видовое разнообразие на данном участке Волжского плеса. Однако на ст. 1 рассматриваемый показатель характеризовался более высоким значением по сравнению с другими станциями (табл.).

Для определения степени травмированности зоопланктеров на всех трех исследуемых станциях пробы были подвержены окрашиванию анилиновым голубым красителем согласно методическим рекомендациям. В результате чего было показано, что из общего таксономического списка 29 % были отнесены к группе «погибшие и/или травмированные», средние показатели по численности составили $0,43 \pm 0,14$ тыс. экз./м³, что составляет 4 ± 1 % от суммарных показателей всего зоопланктона. Доминирующей группой среди погибших и/или травмированных особей были представители группы Cladocera (65 ± 12 %), среди которых высокий индекс доминирования по плотности отмечался у *B. (B.) longirostris* (3,91). Наибольшая доля погибших и/или травмированных особей по численности (6 ± 3 %) зафиксирована в зоне воздействия, тогда как на фоновом участке естественная смертность составила 2 ± 1 %.

Полученные результаты подтверждают негативное влияние деятельности земснаряда на качественный и количественный состав, а также на выживаемость организмов. Просматривается общая тенденция снижения средней численности планктонных беспозвоночных на станциях, подверженных влиянию работы земснаряда, по сравнению с фоновым участком, а также показано, что значение смертности на ст. 2 было выше, чем на ст. 1 примерно в 3 раза. В условиях длительных антропогенных воздействий отмечается сокращение видового разнообразия зоопланктонных сообществ, о чем свидетельствуют низкие значения индекса Шеннона на ст. 2 и 3.

На примере месторождения строительных песков в акватории Куйбышевского водохранилища, показано наличие как прямого, так и косвенного негативного воздействия на планктонные сообщества от работ земснаряда. Полученные данные подтверждают необходимость проведения гидробиологического мониторинга в местах гидромеханизированных работ, по результатам которого можно разработать комплекс компенсационных мероприятий, направленных на минимизацию возможного ущерба.

Список литературы

Дубовская О.Д. 2008. Оценка качества мертвых особей рачкового зоопланктона в водоеме с помощью окрашивания проб анилиновым голубым: методические аспекты применения // Вестник Сибирского университета. Биология. №1. С. 145–161.

Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синев А.Ю., Неретина А. Н., Гарибян П.Г. 2021. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. II. М.: Товарищество научных изданий КМК. 544 с.

Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 744 с.

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

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. 2010. Т. 1. Зоопланктон. Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 495 с.

Хозяйкин А.А., Огородникова В.А., Жук Е.А. 2020. Зоопланктон Лужской губы в условиях антропогенного влияния гидростроительных работ. Материалы II Международной научно-практической конференции «Биологическое разнообразие: изучение, сохранение,

восстановление, рациональное использование». Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», С. 492–497.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 463 с.

Оценка современного состояния естественного воспроизводства атлантического лосося реки Волонга

Э.А. Генрих, Г.М. Устюжинский

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Северный»), г. Архангельск
e-mail: ustyuzhinskiy@severno.ru

Аннотация. Данная работа посвящена анализу современного состояния естественного воспроизводства атлантического лосося р. Волонга. Определены размерно-весовые характеристики популяции, полове соотношение, возрастная структура и плотности расселения молоди сёмги на нерестово-выростных участках р. Волонга.

Ключевые слова: атлантический лосось (сёмга), река Волонга, естественное состояние популяции, воспроизводство.

Река Волонга протекает на территории Ненецкого автономного округа, впадает в Чешскую губу Баренцева моря с восточной стороны. Длина реки – 110 км, площадь бассейна – 767 км². Количество притоков длиной менее 10 км – 4, общей протяжённостью 101 км (рис. 1).



Рисунок 1. Схема речной сети в бассейне Чешской губы

Река Волонга имеет два основных притока: р. Кумушка и р. Травянка, оба притока являются правобережными. Река Травянка впадает на 51 км от устья, р. Кумушка на 56 км от устья (Гидрологическая изученность, 1965). Река Волонга по своим гидрологическим и физико-географическим характеристикам является типичной лососёвой рекой Баренцева моря. На сегодняшний день отсутствуют данные посвященные современной оценке состояния молоди атлантического лосося (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) р. Волонга.

В связи с этим цель исследования заключалась в оценке состава ихтиофауны и запасов основных промысловых видов рыб в русле р. Волонга с ее притоками.

Информационным обеспечением для работы послужили материалы, собранные в ходе контрольных обловов ихтиофауны на р. Волонга (рис. 2) с помощью ставных жаберных сетей и ранцевого электролова. Ихтиологический материал был собран в июне 2023 г.

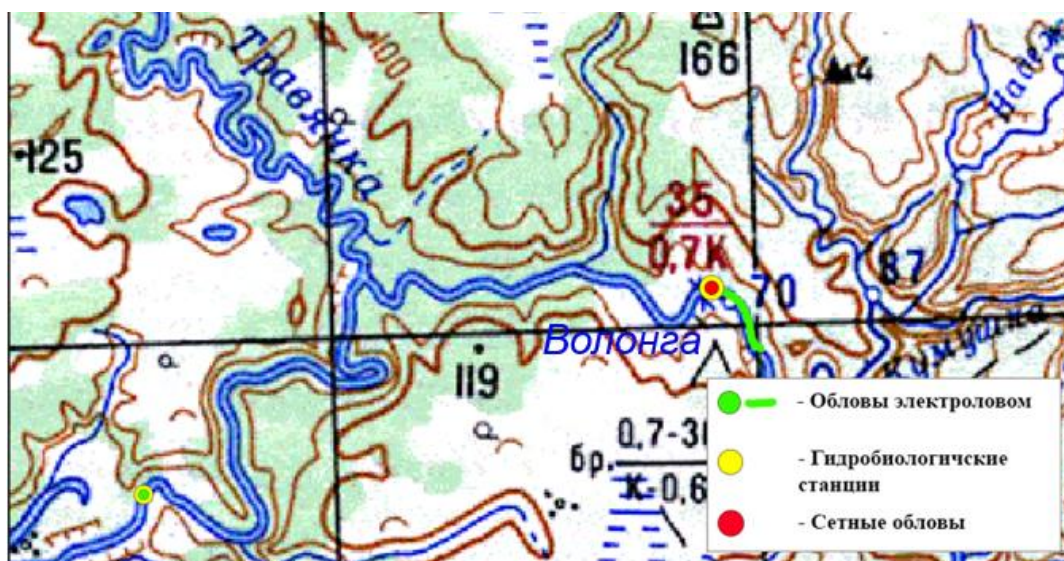


Рисунок 2. Расположение станции работ на р. Волонга

Плотности нагульной молоди сёмги на нерестово-выростных участках (НВУ) оценивались по результатам контрольных обловов электроловом. Согласно методическим рекомендациям, считается, что участок обловлен по молоди сёмги полностью после его трёхкратного прохождения (Обзор методов оценки продукции лососевых рек, 2000). За время проведения работ поймано при помощи электролова 31 экз. пестряток. Плотности расселения пестряток сёмги составили в среднем для НВУ р. Волонга $133 \text{ м}^2/\text{экз.}$, этот показатель варьировал от $143 \text{ м}^2/\text{экз.}$ до $40 \text{ м}^2/\text{экз.}$ Предыдущие данные по плотностям расселения молоди атлантического лосося были получены для разных участков НВУ р. Волонга в 1998 г. (по данным неводных обловов) и в 2002 г. (при помощи электролова). В русле р. Волонга по данным, полученным в 2002 г. плотность нагульной молоди сёмги составляла $100 \text{ м}^2/1 \text{ экз.}$ По результатам неводных обловов в 1998 г. перекатов р. Волонга, плотность составляла $66 \text{ м}^2/1 \text{ экз.}$ Максимальные плотности расселения нагульной молоди сёмги по результатам работ 2023 г. составили $40 \text{ м}^2/1 \text{ экз.}$ при средних плотностях – $133 \text{ м}^2/1 \text{ экз.}$ Таким образом, результаты исследований 2023 г. ($133 \text{ м}^2/\text{экз.}$) показывают снижение показателей плотности расселения молоди атлантического лосося по сравнению с данными, полученными в 2002 ($100 \text{ м}^2/1 \text{ экз.}$) и в 1998 ($66 \text{ м}^2/1 \text{ экз.}$).

Всего на биологический анализ было отобрано 23 экз. сёмги. Первичный анализ всех видов рыб проводился по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Мартынов, 1987; Чугунова, 1959). У молоди сёмги определялись длина по Смитту (АС), полный вес, возраст и пол.

Проанализированная выборка представлена рыбами трех возрастных классов: 1+ (78,2 %), 2+ (17,4 %), 3+ (4,4 %). Масса тела самок колебалась в пределах от 1,5 до 21,8 г, в среднем составляя 5,0 г (табл.). Средняя масса самцов лосося составила 4,0 г, при минимальной массе 1,4 г и максимальной 9,2 г. Ювенальные особи имели среднюю массу тела 1,5 г, которая варьировала от 1,0 до 1,8 г. Длина тела АС самок молоди сёмги изменялась от 5,1 см до 12,6 см, при средней длине по Смитту 6,7 см. Длина тела самцов в среднем составляла 6,6 см, минимальное значение длины тела для самцов составило 5,0 см, а максимальное – 9,3 см. Длина тела ювенальных особей варьировала от 4,1 до 5,5 см, составляя в среднем 4,9 см.

Таблица. Биологические параметры молоди сёмги р. Волонга

Показатель	Возраст			Всего	Соотношение полов	
	1+	2+	3+		%	♀:♂
Самки						
Средняя масса, г	2,0	5,8	21,8	5,0	50,0	1
Средняя длина АС, см	5,5	7,7	12,6	6,7		
Количество экз., п	6	1	1	8		
Средний возраст, лет				1,4		
Самцы						
Средняя масса, г	2,0	7,3		4,0	50,0	1
Средняя длина АС, см	5,4	8,7		6,6		
Количество экз., п	5	3		8		
Средний возраст, лет				1,4		
Ювинальные (juvenile)						
Средняя масса, г	1,5			1,5		
Средняя длина АС, см	4,9			4,9		
Количество экз., п	7			7		
Вся выборка						
Средняя масса, г	1,8	6,9	21,8	3,6	100	
Средняя длина АС, см	5,2	8,4	12,6	6,1		
Количество экз., п	18	4	1	23		
% состав	78,2 %	17,4 %	4,4 %	100 %		
Средний возраст, лет				1,3		

Таким образом, в ходе проведения оценки современного состояния молоди сёмги были получены данные о размерно-весовых характеристиках популяций, половом соотношении, возрастной структуре и плотности расселения молоди на НВУ р. Волонга. В целом средняя масса тела разновозрастной молоди сёмги составляла 3,6 г, минимальная масса – 1,0 г, максимальная – 21,8 г. Длина по всей выборке молоди сёмги варьировала в пределах от 4,1 см до 12,6 см, при среднем значении – 6,1 см. Максимальные плотности расселения нагульной молоди сёмги по результатам работ 2023 г. составили 40 м²/1 экз. при средних плотностях – 133 м²/1 экз., что несколько ниже средних значений плотностей, полученных в 1998 и 2002 гг.

Список литературы

- Гидрологическая изученность. Ресурсы поверхностных вод СССР. Северный край. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – т. 3. – 612 с.
- Мартынов, В. Г. Сбор и первичная обработка биологических материалов из промысловых уловов атлантического лосося. – Сыктывкар, 1987. – 36 с.
- Обзор методов оценки продукции лососевых рек. – Архангельск, 2000. – 48 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин; М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.
- Сакун, О.Ф. Определений стадий зрелости и изучение половых циклов рыб / О.Ф. Сакун, Н.А. Буцкая. – Мурманск, 1968. – 47 с.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н. И. Чугунова. – М.: Изд-во АН СССР. 1959–164 с.

Влияние изменчивости условий среды на развитие зооперифитонного комплекса малых рек юга Тюменской области

А.Г. Герасимов¹, А.А. Герасимова², Т.А. Шарапова²

¹Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), г. Тюмень

²ФГБУН ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, подразделение Институт проблем освоения Севера, г. Тюмень

e-mail: g.aleksey72@gmail.com

Аннотация. В работе приведены данные изменения зооперифитонных групп организмов в малых реках юга Тюменской области при меняющихся абиотических факторах среды. Выделены доминантные группы организмов. Показано, что неблагоприятные условия среды были причиной снижения таксономического разнообразия в зооперифитоне и сопровождались сменой доминантных групп организмов.

Ключевые слова: зооперифитон, малые реки, доминанты, гидробионты, таксон.

Зооперифитон пресных водоемов считается наименее изученной экологической группировкой организмов в большинстве регионов мира (Протасов, 1994). Слабое изучение зооперифитона ведет к неравноценности исследования водных организмов, что не позволяет правильно оценить разнообразие, биопродуктивность, состояние и изменение гидробиоценозов при нарастающим антропогенном загрязнении. Исследование зооперифитона юга Тюменской области не является исключением, несмотря на накопленные многолетние данные по рекам и озерам (Шарапова, 2007).

Юг Тюменской области характеризуется хорошо развитой гидрологической сетью, включающей в себя крупные (Тура, Тобол), средние (Пышма, Исеть и др.) и малые (Бешкиль, Юзя, Ахманка, Бешкилька и др.) реки (Жадин, Герд, 1961; Западная Сибирь, 1963; Шарапова, 2007).

В основу настоящей работы положены архивные (2002 и 2004 гг.) и современные (2021 и 2022 гг.) данные, собранные на малых реках юга Тюменской области — Бешкиль, Бешкилька, Юзя и Балда.

Пробы зооперифитона отбирали с субстратов (ветки, камни, макрофиты) по методике, описанной Т. А. Шараповой (2007), и фиксировали 4% раствором формальдегида. Всего отобрано 42 пробы. Обработка проб произведена в лабораторных условиях. Сначала фиксированный субстрат промывали проточной водой, помещали в кювету, где кисточкой счищали организмы, плотно приклеенных беспозвоночных отделяли скальпелем или пинцетом. Пробы концентрировали, промывали через газ-сито и фиксировали 4% раствором формальдегида или 80% этиловым спиртом. Пробы разбирали под бинокулярном ЛОМО МСП-2 при двукратном увеличении и выше. Таксономическую принадлежность организмов зооперифитона оценивали по определителям и определительным таблицам (Резвой, 1936; Наумов, 1960; Лепнева, 1964, 1966; Лукин, 1976; Панкратова, 1977, 1983; Алексеев В.Р., 1995; Целוליхин, 1999, 2001; Пугачев, 2016).

Сведения о температуре воздуха и уровне осадков получены из интернет-ресурсов архивных данных и летописей природы («Погода и климат» [эл.ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>). Малые реки обследовали в вегетационный период с мая по октябрь.

Цель настоящей работы — оценка влияния изменчивости условий среды на развитие зооперифитонного комплекса малых рек юга Тюменской области

С начала 2000-х по начало 2020-х годов на юге Тюменской области годов произошли существенные изменения климата. Так, если в вегетационный период 2002 и 2004 гг. среднесуточная температура воздуха варьировала от 10 до 16 °С, а среднее количество

осадков было на уровне 70,0–78,3 мм, то в 2021 и 2022 гг. среднесуточная температура воздуха достигала 19–25°C, в исключительных случаях — 35°C. Синхронно объем осадков снизился до 26,0–41,6 мм, что стало причиной пересыхания ряда малых рек и озер-старниц. В частности, в ходе обследований, выполненных в 2021-2022 гг., было выявлено, что по сравнению с данными, приведенными в работе В.М. Калинина с соавторами (Калинин и др., 1998), ширина речных русел уменьшилась с 6-12 до 1-5 м, глубина — с 0,5-1,0 до 0,2-0,8 м.

Река Бешкилька берет начало на юге лесного массива, который занимает водораздел рек Пышма и Исеть.

В реке Бешкилька в 2021 г. количество таксонов зооперифитона было на уровне 2002 и 2004 гг. — 39 ед., но в 2022 г. снизилось до 26 ед. В 2022 г. резко возросла плотность беспозвоночных. Например, плотность представителей сем. Naididae выросла в 4 раза, сем. Hirudinea и сем. Chironomidae — в 20 раз, Gastropods — в 97 раз. В 2004 г. брюхоногие моллюски не входили в доминирующий по биомассе комплекс, но уже в 2021 г. они составили 95% общей биомассы. В 2022 г. их доля сократилась до 19 %, а на доминирующую позицию в сообществах зооперифитона вышли личинки Chironomidae и Trichoptera.

Исток реки Бешкиль расположен в лесном массиве. Река является левым притоком реки Исеть. В 2004 г. в ней были описаны 40 таксонов зооперифитона, а средняя численность организмов составила 61919 экз./м². По численности доминировали представители сем. Naididae и сем. Chironomidae. В 2021 г. таксономическое богатство зооперифитона в реке снизилось в 2 раза, в 2022 г. количество таксонов возросло до 32 ед.

По сравнению с началом 2000-х гг., в 2021 и 2022 гг. средняя численность организмов зооперифитона снизилась почти в 10 раз. В первую очередь, это связано с уменьшением численности личинок Chironomidae (в 20–70 раз), а также Nematoda и Naididae (в 9–15 раз). Вместе с тем, за почти 20-летний период биомасса организмов зооперифитона в р. Бешкиль не претерпела серьезных изменений.

В р. Бешкиль была отмечена смена доминант по биомассе: в начале 2000-х гг. это были Bryozoa, а в 2021-2022 гг. — брюхоногие моллюски.

Река Юзя берет начало в Боровлянском боре, расположенном на границе Тюменской и Курганской областей. Пробы зооперифитона в 2021 и 2022 гг. отбирали в 3–5 км от места впадения реки в р. Исеть. Зооперифитон был представлен 31 таксоном. Среднее количество организмов составило 57340 экз./м². В сообществе по численности доминировали личинки Simuliidae и Chironomidae — 167036 и 57485 экз./м², соответственно, а также Naididae — 16677 экз./м². По-видимому, преобладание личинок мошек связано с периодом отбора проб, и после вылета они уходят из числа доминант. По биомассе доминировали Gastropoda (47,6 %) и Ephemeroptera (29,5 %).

Большая часть бассейна р. Балда расположена на территории Свердловской области. Только в нижнем течении она протекает по Тюменской области и впадает в р. Пышма.

В 2022 г. таксономическое разнообразие зооперифитона реки снизилось до 22 ед. При этом, общая численность и общая биомасса организмов увеличились. Перестройка в сообществе зооперифитона связана со снижением численности Naididae (в 53 раза) и личинок Trichoptera (в 8 раз), а также с исчезновением Nematoda. В то же время, почти в 5 раз выросла численность личинок Chironomidae.

Подводя итог изложенному, отметим, что потепление климата сопровождалось снижением таксономического разнообразия в зооперифитоне малых рек. Так, в 2021 г. в р. Бешкиль таксономическое богатство снизилось в 2 раза по сравнению с фоновым 2004 г. В 2022 г. количество таксонов было низким во всех малых реках.

Повышение биомассы зооперифитона, как правило, было связано с изменением его качественной структуры за счет появления нехарактерных доминант, например, брюхоногих моллюсков. В то же время, причиной сохранения биомассы зооперифитона в 2021 и 2022 гг. на уровне фоновых лет, было за счет увеличения массы организмов.

В целом можно отметить, что положительное влияние на степень развития зооперифитона в засушливые годы с аномально высокими температурами оказывает объем воды в водоеме и наличие родникового питания в малых водоемах и водотоках.

Список литературы

- Алексеев В.Р. 1995. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т№2. Ракообразные. СПб.: изд-во Наука, 617 с.
- Жадин В.И., Герд С.В. 1961. Реки, озера и водохранилища СССР их фауна и флора. М: изд-во «Государственное учебно-педагогическое издательство министерства и просвещения РСФСР», 581 с.
- Западная Сибирь. Природные условия и естественные ресурсы СССР. 1963. М.: изд-во «АН СССР», 488 с.
- Калинин В.М., Ларин С.И., Романова И.М. 1998. Малые реки в условиях антропогенного воздействия. Тюмень: изд-во «Тюменский государственный университет», 199 с.
- Лепнева С.Г. 1964. Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (Фауна СССР. Ручейники) Т-2(вып.1) М.; Л. – 560с.
- Лепнева С.Г. 1966. Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (Фауна СССР. Ручейники) Т-2(вып.2) М.; Л. – 560с.
- Лукин Е.И. 1976. Пиявки пресных и соленых водоемов. Л.: изд-во Наука, 484 с.
- Наумов Д.В. 1960. Гидроиды и гидромедузы морских, солоноводных и пресноводных бассейнов СССР. М.: Л.: изд-во АН СССР, 165-557 с.
- Панкратова В.Я. 1977. Личинки и куколки комаров подсемейства Podonominae и Tanypodinae фауны СССР. . СПб.: изд-во Наука, 149 с.
- Панкратова В.Я. 1983. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР. . СПб.: изд-во Наука, 279 с.
- «Погода и климат» [эл.ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>
- Протасов А.А. 1994. Пресноводный перифитон. Киев.: Наук.думка, 305с.
- Пугачев О.Н. 2016. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т№2. М.- СП.: изд-во Товарищество научных изданий КМК.– 449 с.
- Резвой П.Д. 1936. Губки. Фауна СССР., М.: Л.: - Т№2(вып.2.), 124с.
- Цалолыхин С.Я. 2001. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т№5. Высшие насекомые. СПб.: изд-во Наука, 836 с.
- Цалолыхин С.Я. 1999. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т№4. Высшие насекомые. Двухкрылые. СПб.: изд-во Наука, 998 с.
- Шарапова Т.А. 2007. Зооперифитон внутренних водоёмов Западной Сибири. Новосибирск: «Наука», 167 с.
- Шарапова Т.А. 2013. Структура сообществ зооперифитона малой реки в условиях изменения солёности. // Экологический мониторинг и биоразнообразие: Мат. междунар конф. – Ишим, №1. – С. 81-83.

Метод идентификации икры рыб для выявления фальсифицированной продукции

Е.С. Гусева

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: quality@vniro.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема качества и фальсификации икорной продукции. Технологии производства имитированной рыбной икры позволяют производить продукт по внешнему виду очень близкий к натуральной икре, что дает основание реализации на потребительском рынке заменителей, которые маркируются как икра естественного происхождения. Для решения проблемы установления подлинности икорной продукции разработана методика измерения содержания белка, как основного маркера происхождения рыбной икры. Экспериментально определены метрологические показатели методики и утверждена в установленном порядке МИ 005-2022 «Методика измерений массовой доли белка в зернистой икре лососевых рыб методом Кьельдаля и использование этих значений для идентификации заявленных свойств». Методика внесена в реестр аттестованных методик ФГИС «Аршин» ФР.1.31.2022.44107.

Ключевые слова: икра лососевая зернистая, икра осетровых рыб, белок, тест на варку, модельные смеси.

Современная технология производства искусственной икры позволяет выпускать продукцию очень близкую по внешнему виду к натуральной икре. Это особенность используется при реализации искусственной икры под видом натурального продукта. В настоящее время существует ряд методов определения подлинности икры (Farag et al., 2011), однако они не всегда дают однозначный ответ, особенно для пастеризованной продукции. В частности генетические исследования могут давать положительный результат при наличии следов натуральной икры. Для решения проблемы идентификации икры необходимо иметь достоверную методику, утвержденную в установленном порядке, которая позволяет количественно определять показатель, характеризующий продукт.

Анализ особенностей технологии имитированной икры показал, что основным этапом производства является созданию водно-жировой эмульсии, которая даже при использовании рыбных бульонов содержит не более 1% белка. Согласно данным мониторинга пищевой ценности в зернистой икре горбуши, кеты, нерки или кижуча, содержится от 28 до 34% белка, а икра зернистая осетровых рыб содержит в среднем 28-29% белка (табл. 1) (Вафина и др., 2013).

Таблица 1. Химический состав зернистой икры лососевых и осетровых рыб и имитированной икры.

Наименование икры	Содержание, г/100 г			Энергетическая ценность 100 г, ккал
	углеводы	белок	липиды	
Кета	не определяются	28 - 33	13	230-250
Горбуша	не определяются	28 - 33	11 - 12	210-225
Нерка	не определяются	28 - 30	11	210-220
Кижуч	не определяются	28 - 34	10	200-225
Белуга	не определяются	29	15	245
Бестер	не определяются	28	11	210
Осетр	не определяются	28 - 29	10-14	210-245
Севрюга	не определяются	28	12	220

Имитированная лососевая икра	1,5-2,5	1	2-5	30-60
Имитированная осетровая икра	1,0	0	1	10

Исходя из приведенных данных, сделан вывод, что содержание белка можно рассматривать как основной количественный маркер идентификации зернистой икры лососевых и осетровых видов рыб. Сравнение методик определения белка в образцах рыбной продукции показало, что целесообразно взять за основу метод Кьельдаля согласно ГОСТ 7636-85, п. 8.9.1, который рекомендуется применять при разногласиях в оценке качества продукции (ГОСТ 7636-85, 2010).

В связи с изложенным целью данной работы являлось обоснование и разработка методики измерений массовой доли белка в зернистой икре лососевых рыб методом Кьельдаля и использование этих значений для идентификации заявленных свойств (далее Методика).

В исследовании использовались образцы икры лососевых рыб зернистой установленного происхождения и имитированной, конфискованной Московско-Окским территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству. Определение содержания азота и белка проводили на анализаторе азота Kjeltec System 2300.

Метрологическую аттестацию Методики осуществляли в соответствии с требованиями программы проведения исследований, разработанной в рамках договора с УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

На первом этапе обоснования Методики в образцах икры определено содержание азота и рассчитано содержание белка в соответствии с требованиями программы метрологической аттестации в условиях повторяемости, с изменяющимися навесками, в различные дни и разными операторами. Исходя из результатов (табл. 2) видно, что в образцах зернистой икры лососевых рыб имитированной содержание белка колеблется в интервале от 0 до 0,5%. Для сравнения проведено определение содержания белка в образцах имитированной икры осетровых рыб, которое составило 0,50- 0,65%.

Таблица 2. Данные содержания белка в образцах зернистой икры лососевых рыб имитированной.

№ п/п	Массовая доля белка, %		Навеска, г	
	Y ₁	Y ₂	m ₁	m ₂
Опыт 1	0,4188	0,4000	0,8277	0,7032
	0,5038	0,3763	0,5926	0,7394
	0,4038	0,3575	0,5527	0,8355
	0,3331	0,3869	0,7212	0,6655
	0,3731	0,3519	0,8182	0,7218
Опыт 2	-	0,2625	-	0,6542
	0,2694	0,3238	0,6115	0,7414
	0,4125	0,2819	0,6744	0,6815
	0,2713	0,2913	0,7715	0,8478
	0,3269	0,3100	0,9547	0,7535
Опыт 3	0,4588	0,4744	0,6137	0,7450
	0,4219	0,4756	0,8374	0,6129
	0,4475	0,3738	0,5984	0,7441
	0,3769	0,4019	0,6373	0,6918
Опыт 4	0,3506	0,3369	0,6557	0,6622
	0,4263	0,3438	0,6282	0,7190
	0,3213	0,3313	0,9942	0,7052
	0,3319	0,3681	0,8482	0,7929
Опыт 5	0,2669	0,2875	1,5042	1,3971
	0,2619	0,2600	1,6890	1,5460
	0,2588	0,2331	1,5927	1,4444
	0,2369	0,2550	1,4649	1,8304

	0,2613	0,2600	1, 5721	1,7215
Опыт 6	0,0838	0,0306	1,1839	1,1172
	0,0369	0,0000	1,1214	0,8508
Опыт 7	0,0000	0,0000	0,9100	0,7425
Опыт 8	0,0056	0,0050	0,4938	0,6823
	0,0000	0,0856	0,7247	0,8413
Опыт 9	0,0000	0,0000	0,7783	0,7922
	0,0000	0,0000	0,7302	0,7180

Аналогичные исследования проведены для образцов натуральной икры лососевых рыб и установлено, что количество белка составляет 27–34%. Для решения вопроса идентификации смешанных образцов икры натуральной и имитированной были приготовлены модельные смеси, где в качестве натуральной использован образец икры кеты зернистой натуральной, содержащей 33,95% белка, а имитированной – 0,26%. В модельных образцах определили азот и рассчитали количество белка. Установлена прямолинейная зависимость количественного содержания икры лососевой натуральной в смеси с имитированной. Оценку показателей точности методики измерений белка проводили в четырех лабораториях. Для проверки систематической составляющей погрешности метода определяли содержания белка в стандартном образце. Полученные данные по содержанию белка использованы для расчета и обоснования метрологических параметров Методики. Дополнительно для идентификации заявленных свойств рекомендовано учитывать органолептические показатели продукции, включающие оценку внешнего вида, консистенции, вкуса, запаха, пробу на варку.

Научно обоснованы методические подходы к идентификации зернистой икры лососевых рыб, которые основаны на количественном определении белка методом Кьельдаля и на сличении признаков исследуемого объекта с характеристиками показателей натуральной икры по органолептическим признакам.

Экспериментально определены метрологические показатели методики и утверждена в установленном порядке МИ 005-2022 «Методика измерений массовой доли белка в зернистой икре лососевых рыб методом Кьельдаля и использование этих значений для идентификации заявленных свойств». Получено свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 241.0085/RA.RU.311866/2022 от 15.08.2022 г. Методика внесена в реестр аттестованных методик ФГИС «Аршин» ФР.1.31.2022.44107.

Практическая значимость работы заключается в проведенной экспертизе более 400 кг икры лососевых рыб, упакованной в транспортную тару и более 500 банок образцов икры по запросам контролирующих органов и физических лиц на договорной основе. Данные методические подходы рекомендованы для разработки методики идентификации зернистой икры осетровых рыб.

Список литературы

ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа, маркировка, упаковка. 2010. М.: Стандартиформ: 139 с.

Вафина Л.Х., Бакштанский Э.Л., Копыленко Л.Р., Рубцова Т.Е. 2013. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Информационные сведения о пищевой ценности рыбы и рыбной продукции. М.: ВНИРО, 97 с.

Farag M.A., Abib B., Tawfik S., Shafik N., Khattab A.R. 2021. Caviar and fish roe substitutes: Current status of their nutritive value, biochemical diversity, authenticity and quality control methods with future perspectives // Trends in Food Science and Technology.110:405-417. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.015>

Взаимодействие горчака *Rhodeus sericeus amarus* и двустворчатых моллюсков в Москве-реке

М.Г. Гуцин¹, А.О. Селин¹, А.Д. Чистяков¹, Ф.А. Федотов¹, И.И. Гордеев^{1,2}, С.Д. Павлов¹

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

² ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

Аннотация. В рамках студенческой самостоятельной работы выполнено исследование взаимодействия горчака *Rhodeus sericeus amarus* и двустворчатых моллюсков сем. Unionidae в Москве-реке. Целью работы была проверка гипотезы о наличии у горчаков поведенческой реакции на прикрепление глосидий, приводящей к вымету икры. Несмотря на обнаруженную зараженность горчаков глосидиями и наличие икры и предличинок в жабрах двустворчатых моллюсков, на исследованной выборке мы не нашли достоверной взаимосвязи между этими явлениями. В ходе работы подтверждены сведения, что предличинки вылупляются в жабрах моллюска на очень ранней стадии развития и находятся там до состояния уже готовых к выходу предличинок.

Ключевые слова: горчак, симбиоз, *Bivalvia*, *Rhodeus*, Московская область

Горчак (*Rhodeus sericeus amarus*) (Bloch) относится к семейству карповые (Cypriniformes: Cyprinidae) и характеризуется необычным способом размножения. Его нерест тесно связан с пресноводными двустворчатыми моллюсками семейства Unionidae. Горчак нерестится порционно. У самок для этого вырастает длинный яйцеклад, через который они откладывают икру в выводной сифон двустворчатых моллюсков. Икра попадает в полужабры и затем оплодотворяется спермой, которую самец выделяет над вводным сифоном (Клишко, 2012). Развитие личинок из икры происходит за 3-6 недель. В мантийной полости они защищены от хищников и пересыхания, но им приходится конкурировать с моллюском и другими эмбрионами за кислород (Богуцкая и др., 2009).

Среди наиболее распространённых представителей семейства Unionidae горчак взаимодействует с прудовой беззубкой *Anodonta stagnalis* (Starobogatov, 1977) и перловицами рода *Tumidiana*. Личинки этих моллюсков – глосидии – являются паразитической стадией в жизненном цикле представителей сем. Unionidae. После созревания они становятся эктопаразитами в основном карповых рыб, в том числе и горчака. При этом, по некоторым данным, горчак стремится избегать заражения глосидиями (Smith et al., 2001; Liu et al., 2006). При поражении подходящей рыбы личинка моллюска образует капсулу. В противном случае она открепляется в ходе гиперплазии (Ziuganov et al., 1994).

На данный момент нет однозначного ответа на вопрос о характере взаимоотношений *R. sericeus amarus* и представителей сем. Unionidae. С одной стороны, горчак помогает моллюску развиваться и расселяться, а моллюск тем временем защищает потомство горчака (Хлопова, 2011). С другой стороны, исследования показывают негативное воздействие этих видов друг на друга: массовое заражение глосидиями может приводить к гибели горчака (Клишко, 2012). Также они вызывают иммунную реакцию в организме рыбы (Smith et al., 2004). Нерест же горчака в жабры моллюсков может расцениваться как гнездовой паразитизм (Клишко, 2012).

Цель данной работы – исследовать взаимоотношения горчака и двустворчатых моллюсков из семейства Unionidae в период размножения.

Для этого был проведен одновременный лов половозрелых особей горчаков и моллюсков. Материал отбирали 19-21 июня 2023 года в районе Звенигородской биостанции МГУ им. М.В. Ломоносова им. С.Н. Скадовского (ЗБС МГУ) в Москве-реке и в запруде на р. Дубешня. Рыб отлавливали с помощью сеток Киналёва с шагом ячеи 2-5 мм. Сбор

моллюсков производили также с помощью сеток и вручную на месте обнаружения горчака. Определение моллюсков производили по Федорову и др. (2006). Вскрытие проводилось в лабораторных условиях на ЗБС МГУ.

Всего было изучено 43 особи горчака (TL $46,1 \pm 0,9$) из Москвы-реки, из которых 30 были самками, а 13 самцами. 28 самок находилось на V стадии зрелости, по 1 – на II и IV. Горчака в запруде на р. Дубешня поймать не удалось. Из моллюсков было исследовано 80 особей из Москвы-реки (4 беззубки *A. stagnalis* и 76 перловиц *Tumidiana tumida* (Philipsson in Retzius, 1788)), а также 26 особей *T. tumida* из запруды на р. Дубешня. Стоит отметить, что 72% найденных в запруде моллюсков были мертвы, то говорит либо об угнетении, либо вымирании популяции моллюсков в этом водоеме. Средняя длина раковины в Москве-реке составила $75,25 \pm 11,8$ мм у *A. stagnalis* и $58,7 \pm 0,9$ мм у *T. tumida*. Средняя длина раковины *T. tumida* в р. Дубешня составила $94,42 \pm 1,6$ мм.

В результате осмотра поверхности тела, плавников и жабр на 1 особи горчака из Москвы-реки был обнаружен 1 глохидий. На остальных рыбах глохидиев обнаружено не было.

В жабрах 18 особей (22,5%) представителей сем. Unionidae из Москвы-реки были обнаружены ранние стадии развития горчака (рис. 1): икра (22,2%), предличинки (50%) или икра вместе с предличинками (27,8%).

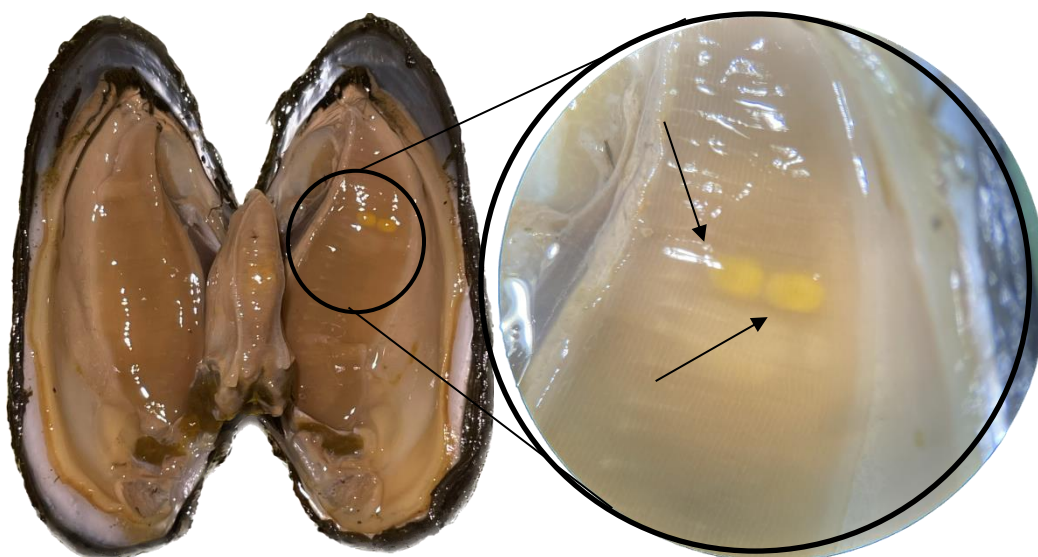


Рисунок 1. Икра (показана стрелками) горчака в жабрах перловицы *Tumidiana tumida*.

Всего отмечено три стадии развития личинок:

- 1) развитый сегментированный хвост без оформленного хвостового плавника; большое количество желтка
- 2) развитый сегментированный хвост с оформленным хвостовым плавником; глаза плохо пигментированы; большое количество желтка
- 3) хвостовой плавник хорошо развит; глаза хорошо пигментированы; малое количество желтка

Предличинки последней стадии имели длину 9,0-11,0 мм, что соответствует размеру покидающей моллюска предличинки горчака. Первые два типа предличинок располагались между лепестками (внутри) полужабр перпендикулярно их основанию. Личинки же третьей стадии располагались у самого основания жабр параллельно им, а в большинстве случаев лежали вне полужабр.

Инвазий горчака в жабрах моллюсков запруды р. Дубешни не обнаружено.

В жабрах некоторых моллюсков также были обнаружены созревающие глохидии в большом количестве. По количеству глохидиев моллюски были конвенционально распределены нами на три группы:

- 1 тип: гложидии в жабрах отсутствуют;
- 2 тип: гложидии расположены на полужабрах отдельными скоплениями, не более 10% площади;
- 3 тип: гложидии лежат на 10% и более площади полужабр, или сплошной массой.

В выборке из Москвы-реки было обнаружена 1 особь перловицы из второй группы и одна из третьей группы. На полужабрах остальных 78 особей гложидии отсутствовали (группа 1). На моллюсках из р. Дубешня была найдена одна особь (3,8%) из первой группы и 9 (34,6%) из третьей группы.

Малое количество гложидиев на жабрах и их отсутствие на теле горчаков из выборки р. Москва может свидетельствовать о том, что сбор материала был выполнен после выхода гложидиев, поскольку в это время в реке уже обнаруживаются зараженные особи, а механика процесса подсказывает, что попадание икры в жабы с большим количеством гложидиев на них (группа 3) сильно затруднено.

В ходе работы подтверждены сведения (Макеева и др. 2011), что предличинки вылупляются в жабрах моллюска на очень ранней стадии развития и находятся там до состояния уже готовых к выходу предличинок. Однако вопрос о множественном нересте горчака (одной и той же или разных самок) в одного моллюска остаётся открытым. В пользу наличия множественного нереста говорит наличие в одном моллюске разных стадий развития предличинок горчака. Однако, ввиду растянутости созревания предличинок во времени и относительно малого количества икры и предличинок, обнаруженных в полужабрах моллюска (количество укладывается в одну порцию нереста), равновероятно и обратное. Имеются сведения о том, что двустворчатые моллюски семейства Unionidae одной из дальневосточных популяций при попытке повторного нереста выбрасывали икру (Клишко, 2012).

Проводимое отдельно паразитологическое обследование других видов рыб показало, что зараженность горчака была в среднем такой же, как и у других видов карповых рыб в Москве-реке.

Таким образом, первоначальная гипотеза о том, что прикрепление гложидий приводит к вымету икры горчаками в рамках данной работы не нашло достоверных доказательств.

Список литературы

Клишко О.К. 2012. Некоторые данные по репродуктивной биологии двустворчатых моллюсков (Margaritiferidae, Unionidae) и их взаимоотношениях с горчаками (Cyprinidae) в водоемах Забайкалья // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества 2012, вып. 15/16, с. 31–55

Хлопова А.В., Вараксин А. А.. 2010. Строение репродуктивных органов и особенности размножения амурского горчака (*Rhodeus amurensis*, Cyprinidae) из бассейна реки Амур // Зоологический журнал, 2010, том 89, № 10, с. 1212–1219

Богущая Н. Г., Насека А. М., Клишко О. К.. 2009. Горчак и моллюск: необычный пример межвидовых отношений // Вестник Санкт-петербургского университета Сер.3. 2009. Вып. 3

Зюганов В., Зотин А., Незлин Л., Третьяков В. 1994. Жемчужницы и их связь с лососёвыми рыбами. Москва: Изд-во ВНИРО, 1994. - 104 с.

Smith C., Rippon K., Douglas A., Jurajda P. 2001. A proximate cue for oviposition site choice in the bitterling (*Rhodeus sericeus*) // Freshwater Biology. V. 46. P. 903–911.

Reichard M., Ondrackova M., Przybylski M., Liu H., Smith C. 2006. The hosts and benefits in an unusual symbiosis: experimental evidence that bitterling fish (*Rhodeus sericeus*) are parasites of unionid mussels in Europe // Journal Evolutional Biology. V. 19. P. 788–796

В.Д. Федоров, В.В.Ильинский, Е.Ф. Исакова, В.И. Капков, Н.В. Карташева, Н.Е. Лихачева, А.Г. Недосекин, А.В. Полякова, Т.В. Полякова, В.М. Хромов, М.В. Чертопруд. 2006. Практическая гидробиология // М.: Изд-во «ПИМ» – 367 с.

Применение результатов генетической идентификации при определении смертности молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) Западной Камчатки по материалам осенней траловой съемки 2018 г.

А.Д. Денисенко, О.В. Зикунова, О.А. Пильганчук, В.В. Савенков

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: ngc_2346@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты генетической идентификации молоди кеты осенней траловой съемки 2018 г. Показано возможное использование полученных данных при определении смертности одного поколения кеты Западной Камчатки. В расчетах используются такие показатели, как доля западнокамчатской кеты от общего количества рыб из северной части Охотского моря, общая учетная численность сеголетков и фактический возврат производителей всех возрастных групп поколения 2017 г.

Ключевые слова: кета *Oncorhynchus keta*, генетическая идентификация, прогноз нерестовых возвратов.

Кета западного побережья Камчатки является промыслово-значимой единицей запаса тихоокеанских лососей для Камчатского края. В годы низкочисленных подходов горбуши кета Западной Камчатки занимает лидирующее место по объемам добычи (вылова). Поэтому требуется непрерывный мониторинг состояния запасов данной промысловой единицы и актуализация применяемых методов прогнозирования подходов. В настоящее время информационной базой для подготовки обоснований перспективных прогнозов западнокамчатской кеты служат многолетние ряды промысловой статистики, оценки численности нерестовых запасов и данные основных биологических показателей. Прогноз численности старших возрастных групп кеты (4+ и 5+) основан на линейной связи с суммарной численностью уже вернувшихся в предыдущие годы рыб данной возрастной группы (остаточный принцип или метод сиблингов). Для получения оценки численности младшей возрастной группы (3+), неподтвержденной ранее возвратом ни одной значимой возрастной группы, но при этом формирующей около 50% от подхода, используется инерционный метод — средняя численность последних, полностью вернувшихся поколений.

Ежегодно в Охотском море, силами специалистов «ТИНРО» с участием сотрудников «КамчатНИРО», проводятся осенние учетные траловые съемки тихоокеанских лососей. Вторыми по встречаемости в уловах, после горбуши, являются сеголетки кеты разных регионов воспроизводства. Получаемые оценки численности откочевывающей молоди на нагул, в комплексе с их региональной идентификацией, могут быть использованы в качестве дополнительного метода прогнозирования численности поколений. Поскольку работы по генетической идентификации сеголетков кеты начаты сравнительно недавно, нет возможности сформировать регрессионную модель «учет в море – возврат». Однако уже на данном этапе полученная информация по идентификации может применяться в качестве индикаторной при определении уровня численности поколений, от которых в будущие годы ожидается возврат.

Как известно, кета возвращается на нерест в разном возрасте — от 2+ до 5+, поэтому в качестве первого (пробного) анализа были использованы данные генетической идентификации осенней траловой съёмки 2018 г. (поколение 2017 г.), поскольку состоялся возврат всех значимых возрастных классов, за исключением особей 5+, но их доля от общей численности поколений не превышает в среднем 3%.

Материал для региональной идентификации молоди кеты был получен в период проведения осенней траловой съемки 2018 г. в Охотском море, выполненной на НИС

«Профессор Леванидов». Выборки молоди кеты собраны сотрудниками «КамчатНИРО» из наиболее результативных тралений. Всего в анализ вошло шесть выборок кеты, общее количество исследованных особей составило 288 экз.

Генетическая идентификация молоди кеты проведена на основе аллельной изменчивости восьми микросателлитных локусов: *Ssa20.19*, *One101*, *Oke3*, *Oki1b*, *Oki23*, *Ogo2G*, *Oke11*, *Ots102*. Оценка точности идентификации региональных групп выполнена с использованием программы ONCOR (Anderson et al., 2007). Тест на принадлежность к популяции проводили в программе GenClass2 (Piry et al., 2004).

В лаборатории молекулярной генетики Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» создана референтная база данных частот микросателлитных локусов кеты охотоморского бассейна, что было обусловлено, в первую очередь, необходимостью региональной идентификации молоди кеты в период осенних траловых съемок в Охотском море. На сегодняшний день удалось определить четыре генетически своеобразные региональные группы: «Западная Камчатка и материковое побережье Охотского моря (МПОМ)», «о. Сахалин», «Курильские о-ва», «бассейн р. Амур». Разрешающая способность референтной базы оценена в пределах 74,9–94,6%.

Результаты генетической идентификации (рис.) показали, что основу выборок, собранных в относительной близости от побережья Камчатки, составляют особи из водных объектов Западной Камчатки и материкового побережья Охотского моря (69–76%). В гораздо меньшей степени, но примерно в равных долях, особи о. Сахалин присутствуют во всех шести выборках (13–26%). В выборках из центральной части Охотского моря подавляющее число рыб относится к Курильским островам (67%, 71%). Средневзвешенная доля молоди кеты «северного» комплекса стад от общего числа идентифицированных особей составила 48%.

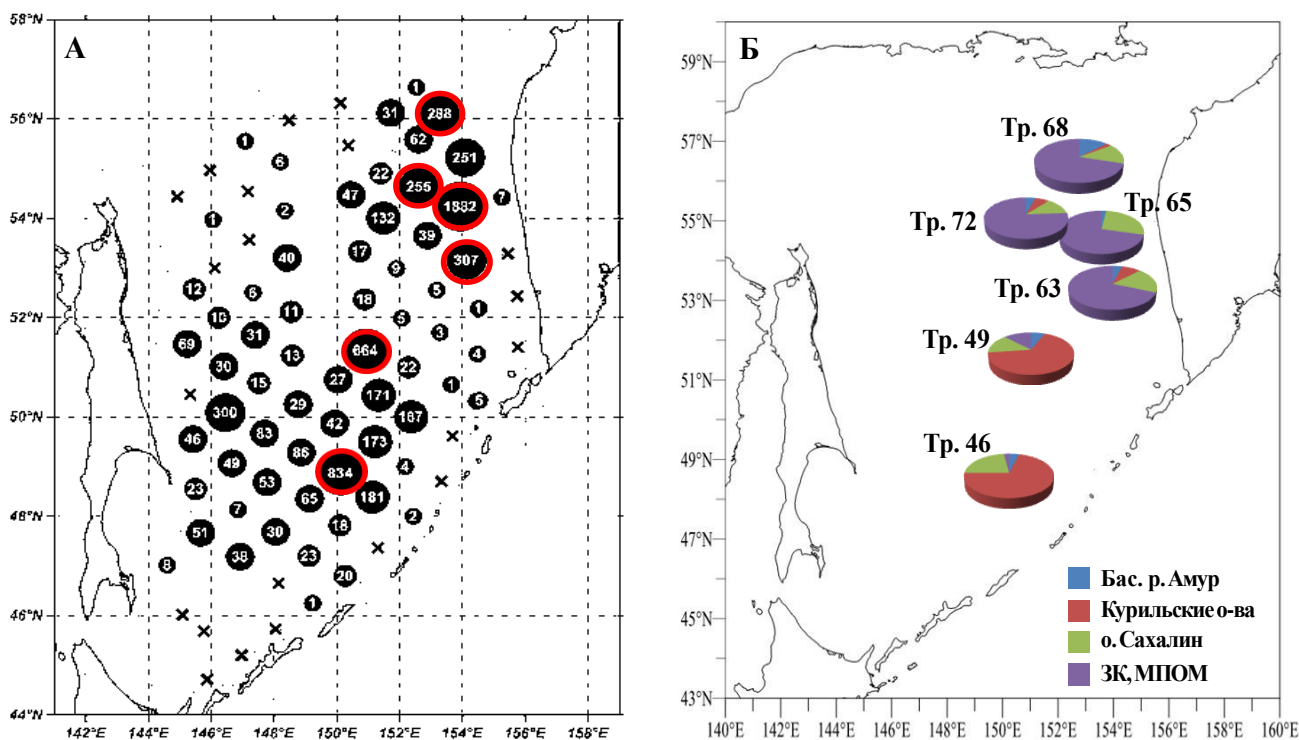


Рисунок. А — Распределение уловов молоди кеты (экз./траление) в Охотском море по данным осенней траловой съемки в 2018 г. (цветом обозначены траловые станции, из уловов которых отобраны выборки для региональной генетической идентификации); **Б** — Процентное соотношение молоди кеты различных регионов охотоморского бассейна в уловах осенней траловой съемки 2018 г.

Оценка общей численности сеголеток кеты в границах полигона исследований в бассейне Охотского моря в 2018 г. составила 452,9 млн рыб. Исходя из полученной средневзвешенной доли кеты «северного» комплекса — 48%, определено, что численность молоди данного кластера могла составить 217,4 млн экз.

Для уточнения численности западнокамчатской молоди в море вычтена потенциальная доля рыб, представляющих североохотоморское побережье (Магаданская область и Хабаровский край). В качестве ориентира использована информация о фактических подходах комплекса стад «Западная Камчатка + МПОМ» в предшествующие 10 лет (2013–2022 гг.). Так, доля подходов западнокамчатской кеты в «северном» комплексе стад колебалась от 30 до 45%, составив в среднем 38%. Таким образом, численность западнокамчатской молоди вида могла составить около 82,6 млн экз. (65,2–97,8 млн экз.).

Зная численность вернувшихся потомков поколения 2017 г., равную 8,2 млн экз., рассчитана доля вернувшейся кеты Западной Камчатки, которая составила в среднем 10% (8–12%) от численности, учтенной во время осенней траловой съемки. Таким образом, в результате расчетов получено, что смертность кеты от момента учета сеголеток перед их откочевкой на морской/океанический нагул до фактического возврата производителей всего поколения (2017 г.) составила в среднем 90%.

Подчеркнем, что данный анализ является предварительным и только начальным этапом для разработки нового метода прогнозирования подходов западнокамчатской кеты к местам нереста. В дальнейшем планируется привлечь результаты генетической идентификации по ряду других поколений для наполнения расчетной базы данного метода и последующей его апробации в прогнозах.

Список литературы

Anderson E.C., Waples R.S., Kalinovski S.T. An improved method for estimating the accuracy of genetic stock identification. 2007. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. P. 1475–1486.

Piry S., Alapetite A., Cornuet J.-M., Paetkau D., Baudouin L., Estoup A. 2004. GeneClass2: A Software for Genetic Assignment and First-Generation Migrant Detection Journal of Heredity. Vol. 95. P. 536–539.

Новый домен экспрессии *Sox3* в развитии хвостового отдела *Danio rerio*

Е.А. Евнукова¹, Е.А. Кондакова^{1,2}, М.А. Кулакова¹, В.И. Ефремов¹

¹СПбГУ, г. Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга»), г.

Санкт-Петербург

e-mail: dusia.evnuкова@yandex.ru

Аннотация. Долгое время считалось, что *Sox3* из группы генов В1 *Sox* в развитии *Danio rerio* участвует преимущественно в процессах нейруляции. В нашей работе было установлено, что этот ген экспрессируется не только в нейральном зачатке, но и в мезодермальном вентральнее хорды в хвостовом отделе. Ранее подобный паттерн экспрессии был описан для другого гена группы В1 *Sox* – *Sox2*, для которого считался исключительным. Авторы предполагают, что *Sox3* в мезодермальном зачатке может играть роль сходную с *Sox2* и препятствовать преждевременной дифференцировке нейро-мезодермальных предшественников по мезодермальному пути. Также возможно, что *Sox3* может принимать участие в васкулогенезе, так как клетки эндотелия сосудов хвоста берут начало из мезодермального зачатка вентральнее хорды. Исследование позволит расширить представление о функциональном спектре группы генов В1 *Sox* – одной из наиболее консервативных для позвоночных животных.

Ключевые слова: *Sox3*, хвостовая почка, НМП, нейруляция, *Danio rerio*.

Костистые рыбы являются одной из наиболее значимых групп позвоночных для человека, в связи с чем изучение их нормального развития имеет не только фундаментальное, но и прикладное значение.

В ходе развития всех позвоночных животных структуры их хвоста формируются из мезенхимы хвостовой почки (ХП) - особого образования, расположенного на заднем конце зародыша.

ХП *Danio rerio* формируется в конце эпиболлии дорсально от места закрытия желточной пробки (Kimmel et al., 1995). Было установлено, что ХП *D. rerio* состоит из нескольких компартментов недифференцированных мезенхимных клеток-предшественниц, из которых формируются различные структуры хвостового отдела тела зародыша. Наиболее задние клетки являются бипотенциальными нейро-мезодермальными предшественниками (НМП), которые дают начало нейральному зачатку, сомитам, кровеносным сосудам и никогда не дифференцируются в клетки базальной пластинки нервной трубки, хорды или гипохорды (Row et al., 2016).

НМП определяются коэкспрессией *Sox2* и *Tbx20*. *Tbx20* – маркер ХП и хорды. *Sox2* вместе с некоторыми другими факторами группы В1 *Sox* (*Sox1* и *Sox3*) определяют способность стволовых клеток дифференцироваться по пути клеток нервной ткани (Dee et al., 2008). В ХП сохраняется небольшая популяция недифференцированных клеток НМП, в которых идет коэкспрессия этих генов, даже на поздних стадиях сомитогенеза. Предположительно, именно эти клетки участвуют в дальнейшей элонгации нейрального тяжа в наиболее дистальном участке хвоста (Attardi et al., 2018).

Клетки из НМП, вставшие на путь нейральной дифференцировки, постепенно через стадию «нейрального кия» группируются в нейральный тяж, приобретают признаки эпителиальной ткани, после чего в тяж образуется просвет путем кавитации (Gladysheva et al., 2021; Harrington et al., 2010).

Для *Sox2* экспрессия на более поздних стадиях сомитогенеза была показана не только в нейральном зачатке, но и в мезодермальном вентральнее хорды, где *Sox2* предотвращает преждевременную дифференцировку клеток НМП по мезодермальному пути (Row et al.,

2016). Позднее экспрессия *Sox2* в клетках этого зачатка затухает (Okuda et al., 2006 Gladysheva et al., 2021).

Так как у *D. rerio* *Sox2* не является пан-нейральным маркером, для более подробной и точной характеристики процессов формирования нейрального зачатка в хвосте на поздних стадиях необходимо также использовать другие молекулярные маркеры нейральной ткани (например, *Sox3*, *Neurogenin1*).

В нашей предыдущей работе *Sox3* и *Sox2* использовались в качестве нейральных маркеров, подтверждающих данные морфологического исследования нейруляции в заднем отделе зародышей *D. rerio*. Целью данной работы стало более подробная характеристика не описанного ранее домена экспрессии *Sox3*. Для этого были использованы такие методы как гибридизация *in situ* на целых зародышах (WMISH) с зондами, меченными дигоксигенином, где в качестве субстрата был использован BM-purple, а также дальнейшее получение поперечных срезов на криотоме.

Результаты WMISH для *Sox2* соответствовали данным литературы. Однако, для *Sox3* вместо ожидаемой и описанной ранее экспрессии исключительно в области нейрального зачатка, нами был отмечен так же, как и для *Sox2*, дополнительный домен экспрессии в мезодерме вентральнее хорды (рис.). Ранее подобный паттерн экспрессии в развитии хвостового отдела *D. rerio* был описан только для *Sox2*.

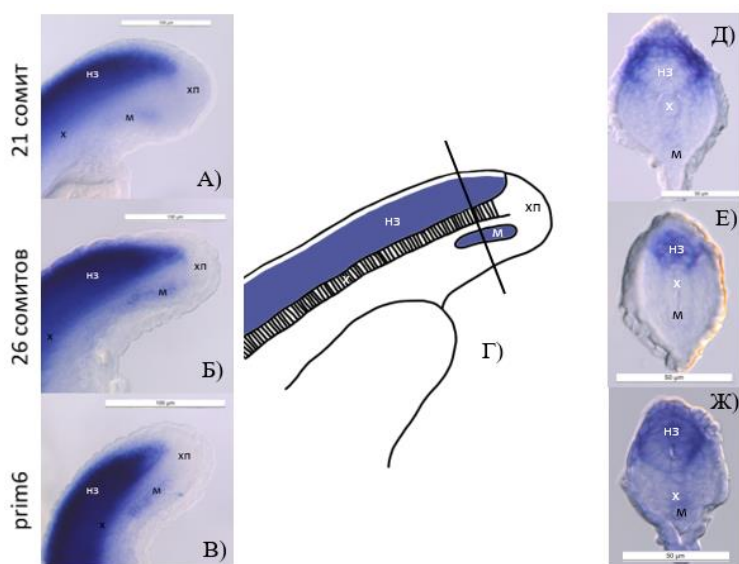


Рисунок. Результат WMISH на *D. rerio* с зондами к *Sox3*, меченными дигоксигенином. А, Б, В – вид сбоку, Д, Е, Ж – поперечные криосрезы. Г – схема заднего отдела зародыша *D. rerio*; синим цветом показаны зоны экспрессии *Sox3*, черная линия – плоскость срезов; нз – нейральный зачаток, х – хорда, м – мезодерма, хп – хвостовая почка.

В данной работе было подтверждено наличие дополнительного домена экспрессии *Sox3* в заднем отделе зародышей *D. rerio*. Предполагается, что в этом зачатке *Sox3* может играть роль в дифференцировке клеток эндотелия сосудов. Кроме того, для генов группы В1 *Sox* *D. rerio* была показана избыточность и взаимозаменяемость (Okuda et al., 2010), в связи с чем можно предположить о возможности наличия у *Sox3* сходной с *Sox2* функцией блокировки преждевременной дифференцировки клеток НМП по мезодермальному пути.

Авторы благодарят РЦ РМиКТ и «Хромас» СПбГУ.

Список литературы

Attardi A. et al. Neuromesodermal progenitors are a conserved source of spinal cord with divergent growth dynamics // Dev. 2018. Т. 145. № 21.

Dee C. T. et al. Sox3 regulates both neural fate and differentiation in the zebrafish ectoderm

// Dev. Biol. 2008. T. 320. № 1. C. 289–301.

Gladysheva J. et al. Neurulation in the posterior region of zebrafish, *Danio rerio* embryos // J. Morphol. 2021. T. 282. № 10. C. 1437–1454.

Harrington M. J et al. Cellular mechanisms of posterior neural tube morphogenesis in the zebrafish // Dev. Dyn. 2010. T. 239. № 3. C. 747–762.

Kimmel C. B. et al. Stages of embryonic development of the zebrafish // Dev. Dyn. 1995. T. 203. № 3. C. 253–310.

Okuda Y. et al. Comparative genomic and expression analysis of group B1 sox genes in zebrafish indicates their diversification during vertebrate evolution // Dev. Dyn. 2006. T. 235. № 3. C. 811–825.

Okuda Y. et al. B1 SOX coordinate cell specification with patterning and morphogenesis in the early zebrafish embryo // PLoS Genet. 2010. T. 6. № 5. C. 36.

Row R. H. et al. The zebrafish tailbud contains two independent populations of midline progenitor cells that maintain long-term germ layer plasticity and differentiate in response to local signaling cues // Dev. 2016. T. 143. № 2. C. 244–254.

Зообентос водохранилищ Волго-Балтийского водного пути в пределах Вологодской области

К.Н. Ивичева¹, И.В. Филоненко²

¹Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Санкт-Петербург

²Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Вологда

ksenya.ivicheva@gmail.com

Аннотация. За период исследований 2010-2022 гг. были изучены водохранилища Волго-Балтийского водного пути в пределах Вологодской области. Наибольшие количественные показатели зообентоса были отмечены в Белом озере, максимальные – в его профундали. В остальных – речных водохранилищах – количественные показатели были схожи и увеличивались в ряду профундаль – открытая литораль – заросли. Степень проявления негативного влияния судового хода зависит от размеров водохранилища.

Ключевые слова: зообентос, Рыбинское водохранилище, Шекснинское водохранилище, Вытегорское водохранилище, Белоусовское водохранилище, Новинкинское водохранилище, Вологодская область.

Волго-Балтийский водный путь соединяет бассейны Балтийского и Каспийского морей. Общая протяжённость водного пути составляет около 1100 км. Он проходит через Рыбинское и Шекснинское водохранилища, реку Ковжа (бассейн Волги), р. Вытегра, Онежское озеро, р. Свирь, Ладожское озеро и реку Нева (бассейн Балтийского моря). Расположен в пределах четырех регионов (Ярославская область, Вологодская область, Республика Карелия, Ленинградская область). В пределах административных границ Вологодской области проходит более 400 км Волго-Балтийского водного пути. Водораздел бассейнов Балтийского моря и Волги расположен именно на территории региона. Водный путь на территории Вологодской области состоит из следующих водных объектов: Рыбинское вдхр. (Шекснинский плёс) – Шекснинское вдхр. (бассейн Волги) – Новинкинское вдхр. (бассейн Балтийского моря) – Белоусовское вдхр. – Вытегорское вдхр. – Онежское озеро (юго-восточная часть).

Зообентос Рыбинского водохранилища подробно исследовался сотрудниками ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина (Мордухай-Болтовской, 1972; Перова, 2012 и др.). Подробные исследования сообществ зообентоса Шекснинского водохранилища проводились совместно сотрудниками ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина, Института озераведения РАН и Вологодской лаборатории «ГосНИОРХ» (в настоящее время Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО») (Поддубная, 1966; Слепухина, Выголова, 1981; Баканов, 2002; Филоненко и др., 2021 и др.). Первые данные о зообентосе водохранилище Вытегорского гидроузла были получены в 2010-2013 гг. (Ивичева, Филоненко, 2023).

В данной работе приводятся данные, полученные авторами за период 2010-2022 гг. Пробы зообентоса отбирались при помощи штангового дночерпателя, дночерпателя Петерсона, гидробиологического скребка, а также осуществлялись смывы с камней. Сбор, фиксация и обработка проб проводились по стандартным методикам. В общей сложности было отобрано 743 пробы (29 – Шекснинский плес Рыбинского водохранилища, 600 – Шекснинское, 114 – водохранилища Вытегорского гидроузла).

Водоохранилища Волго-Балтийского водного пути отличаются по размеру более чем в 100 раз (табл.). Глубина водохранилищ по судовому ходу может в среднем меняться от 5 до 12 м, за исключением Белого озера, где средняя глубина вдоль фарватера не превышает 6 м. Самое маленькое водохранилище – Новинкинское. Самое крупное из водохранилищ Волго-Балта – Рыбинское, а из расположенных полностью на территории региона – Шекснинское. В результате создания водохранилищ были затоплены значительные участки речных долин.

Эти участки не используются в целях навигации и часто имеют торфянистые грунты и заполнены остатками древесной растительности. В Шекснинском водохранилище открытые судоходные участки сменяются значительными по площади разливами. Судоходные участки отличаются от несудоходных высокой волновой активностью и повышенным органическим и загрязнением, поступающим от водного транспорта. Растительность на несудоходных участках развита в небольших заливах, где отмечается некоторое затишье. В узком Новинкинском вдхр., расположенном вдоль судового хода, заросли единичны. На несудоходных участках высшая водная растительность может занимать значительные площади, например, в разливах рр. Палручей и Тагажма Вытегорского вдхр.

Таблица. Численность (N, тыс. экз./м²) и биомасса (B, г/м²) зообентоса водохранилищ Волго-Балта в пределах Вологодской области.

Водохранилища	S, км ²	Профундаль N/B	Открытая литораль N/B	Зарослевая литораль N/B
Вытегорское (судоходная часть)	11,1	0,3/1,1	1,1/2,7	0,8/4,9
Вытегорское (несудоходная часть)	7,1	-	0,4/6,4	1,2/5,3
Белоусовское (судоходная часть)	4,1	0,3/1,7	0,7/1,4	1,9/2,6
Белоусовское (несудоходная часть)	2,6	-	-	1,0/4,4
Новинкинское	2	0,9/0,7	0,6/1,6	2,2/5,3
Белое озеро	1290	3,3/10,2	1,7/3,4	4,8/6,8
Шекснинское водохранилище (речной судоходный участок)	334	0,7/0,8	2,2/5,9	3,1/3,5
Шекснинское водохранилище (разливы)		0,8/0,9	1,1/2,4	2,8/3,1
Рыбинское водохранилище (речной судоходный участок)	65+	-	2,8/2,2	5,6/5,5

Грунты глубоководной части водохранилищ в большинстве представлены илами. На речных участках количественные показатели зообентоса глубоководной части (профундали) ниже, чем в литорали (табл.). В Белом озере именно в профундали отмечаются наибольшие численность и биомасса зообентоса. Белое озеро в целом характеризуется максимальными показателями, что обусловлено подходящими для развития зообентоса грунтами – небольшим слоем ила на минеральном основании. В речных участках в профундали сообщества зообентоса представлены сообществами *Limnodrilus hoffmeisteri* – *Procladius*. В литорали Белого озера доминируют *Tubifex newaensis* и *Chironomus*.

В литоральной зоне водохранилищ грунты представлены песком, заиленным песком, глиной, редко растительными остатками. Практически во всех литоральных биотопах доминирует инвазионный бокоплав *Gmelinoides fasciatus*, составляющий в среднем около 50% численности и биомассы. На участках литорали с заиленными грунтами доминируют олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*. На песчаных грунтах регистрируется максимальное разнообразие хирономид.

Наибольшие количественные показатели зообентоса литоральной зоны отмечены в зарослях оз. Белого, которые в целом единичны и приурочены к устьям рек. В литоральной зоне количественные показатели зообентоса в открытой литорали ниже, чем в зарослях. Исключение составляет судоходный участок Шекснинского водохранилища, где за счет высоких показателей на заиленных и глинистых грунтах фиксируются высокие показатели зообентоса (до 50 г/м²).

В водохранилищах Вытегорского гидроузла на несудоходных участках численность и биомасса зообентоса выше, чем на судоходных. Эти водохранилища вытянуты вдоль судового хода и влияние фарватера (высока волновая активность и загрязнение с судов) здесь негативно отражается на сообществах зообентоса. В Шекснинском водохранилище, наоборот, численность и биомасса зообентоса вдоль судового хода выше, чем в разливах. Это можно объяснить тем, что при создании водохранилища здесь были затоплены большие участки леса. В первые годы существования Шекснинского водохранилища в разливах

регистрировались заморные явления, в то время как в других волжских водохранилищах, наоборот, первые годы были очень продуктивные. В Шекснинском вдхр. остатки леса под водой сохранились во многих местах. Большое количество растительных остатков продолжает негативно влиять на развитие донных сообществ до настоящего времени. Большие площади дна заняты детритными грунтами, местами сильно заиленными и жизнь на таких биотопах практически отсутствует.

Речной судоходный участок Рыбинского водохранилища в целом схож с таковым в Шекснинском водохранилище – по сути оба эти участка расположены в русле одной реки и отделены друг от друга плотиной. От расположенного южнее Рыбинского водохранилища, Шекснинское отличается отсутствием в профундали биотопов, где в большом количестве развивается дрейсена.

Из всех водохранилищ Волго-Балтийского пути на территории Вологодской области самым продуктивным является Белое озеро. Отличающиеся от него по гидрологическим показателям речные участки водохранилищ, характеризуются более низкими численностью и биомассой зообентоса. В речных участках водохранилищ идет увеличение биомассы в ряду профундаль – открытая литораль – заросли. Исключение составляет Шекснинское водохранилище, где в открытой литорали формируются продуктивные участки. Негативное влияние судового хода на развитие зообентоса снижается с увеличением размеров водохранилищ.

Список литературы

Мордухай-Болтовской Ф.Д. 1972. Зообентос. В книге: Рыбинское водохранилище и его жизнь. Ленинград, Наука. 193–208.

Перова С.Н. 2012. Таксономический состав и обилие макрозообентоса Рыбинского водохранилища в начале XXI века. Биология внутренних вод № 2: 45–54.

Ивичева К.Н., Филоненко И.В. 2023. Зообентос малых водохранилищ северного склона балтийско-каспийского водораздела Волго-Балтийского водного пути. Биология внутренних вод №2: 224–232.

Поддубная Т.Л. 1966. О донной фауне Череповецкого водохранилища в первые два года его существования. В книге: Планктон и бентос внутренних водоёмов. Ленинград, Наука. 21–33.

Слепухина Т.Д., Выголова О.В. 1981. Зообентос. Антропогенное влияние на крупные озёра Северо-Запада СССР. Ч. II. Гидробиология и донные отложения озера Белого. Л.: Наука, 215-231.

Баканов А.И. 2002. Зообентос. В книге: Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль, Изд-во ЯГТУ, 165–180.

Филоненко И. В., Комарова А. С., Ивичева К. Н. 2021. Анализ факторов, значимых для зообентоса озера Белое Вологодской области. Принципы экологии № 3: 74–86.

Современное состояние рыболовства в речной части Шекснинского водохранилища

А.А. Игнашев¹, М.Я. Борисов²

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Вологда,
e-mail: ¹neizve87@inbox.ru, ²myaborisov@mail.ru

Аннотация. В работе выполнен обзор современного состояния промышленного и любительского рыболовства одного из важнейших рыбохозяйственных водных объектов Вологодской области – речной части Шекснинского водохранилища. Общий годовой улов водных биоресурсов в 2018–2022 гг. в среднем составлял 128,8 т, из которых 72,8% приходится на промышленное рыболовство, 27,0% – любительский и 0,2 % – научно-исследовательский лов. Промышленное рыболовство осуществляется на 6 рыболовных участках 5 рыбодобывающими организациями. Величины общих допустимых уловов и рекомендованных объемов водных биоресурсов в речной части Шекснинского водохранилища осваиваются на 20,2%.

Ключевые слова: промышленное и любительское рыболовство, водные биоресурсы, Шекснинское водохранилище, Вологодская область.

Шекснинское водохранилище было создано как часть глубоководного Волго-Балтийского водного пути. Водохранилище включает в себя речную часть, проходящую по долине р. Шексны от сооружений Шекснинского гидроузла в п. Шексна до оз. Белого, озерную часть – оз. Белое и р. Ковжа. Протяженность речной части Шекснинского водохранилища 120 км., площадь при НПУ 381 км², средняя глубина – 3,3 м, максимальная – 20 м (Современное состояние..., 2002).

Видовой состав рыбного населения речной части Шекснинского водохранилища сформировался на основе аборигенной ихтиофауны р. Шексна (щука, окунь, плотва, язь, уклейка, ерш и др.) и частично за счет видов, проникших из оз. Белого и Рыбинского водохранилища. В настоящее время видовой состав включает в себя 33 вида рыб из 12 семейств и 11 отрядов. Наибольшее количество видов в составе ихтиофауны относятся к отряду карпообразных и семейству карповых (18 видов); два вида карпообразных принадлежат к семейству вьюновых. Из окунеобразных отмечены 4 вида, принадлежащие семейству окуневых. Остальные семейства (осетровые, речные угри, сельдевые, сомовые, щуковые, корюшковые, сиговые, налимовые, рогатковые) представлены в ихтиофауне одним видом каждый (Борисов и др., 2019).

Согласно данным официальной рыбопромысловой статистики, которая ведется на речной части водохранилища с 1965 г, в составе уловов зарегистрирован 21 вид водных биоресурсов. Основными объектами рыболовства являются 10 видов водных биоресурсов – лещ, чехонь, плотва, окунь пресноводный, берш, синец, густера, щука, налим и судак. Величина общего улова варьировала от 38,1 т (1965 г) до 168,7 т (2002 г), составляя в среднем 114 т. (рис.). На современном этапе в последние пять лет средний вылов составлял 130 т, наибольший в 2018 г. (166,7 т), а минимальный – в 2020 г. (115,3 т). В тоже время видовой состав остается достаточно стабильным, с доминированием в уловах леща 36,1% – 40,0% (в среднем 38,8%) (табл.). Доля щуки изменялась от 12,5% до 15,0% (в среднем 13,8%), судака – от 8,7% до 15,3% (в среднем 12,8%), окуня – от 8,2% до 10,3% (в среднем 9,3%), плотвы – от 5,1% до 7,6% (в среднем 6,7%).

По объемам рыбодобычи в Шекснинском водохранилище значительно преобладает промышленное рыболовство, на долю которого в среднем приходится 72,8% от общего вылова. Любительский и научный лов составляет 27,0% и 0,2 % соответственно. Промышленное рыболовство в настоящее время на речной части Шекснинского

водохранилища осуществлялось на 6 рыболовных участках общей площадью около 203 км². В водоеме для добычи рыбы используют только пассивные орудия – ставные сети и ставные ловушки (курляндки). Значительно ограничивает количество используемых орудий лова и их разнообразие захламленность акватории остатками древесно-кустарниковой растительности, ограничения рыболовства на водных транспортных путях.

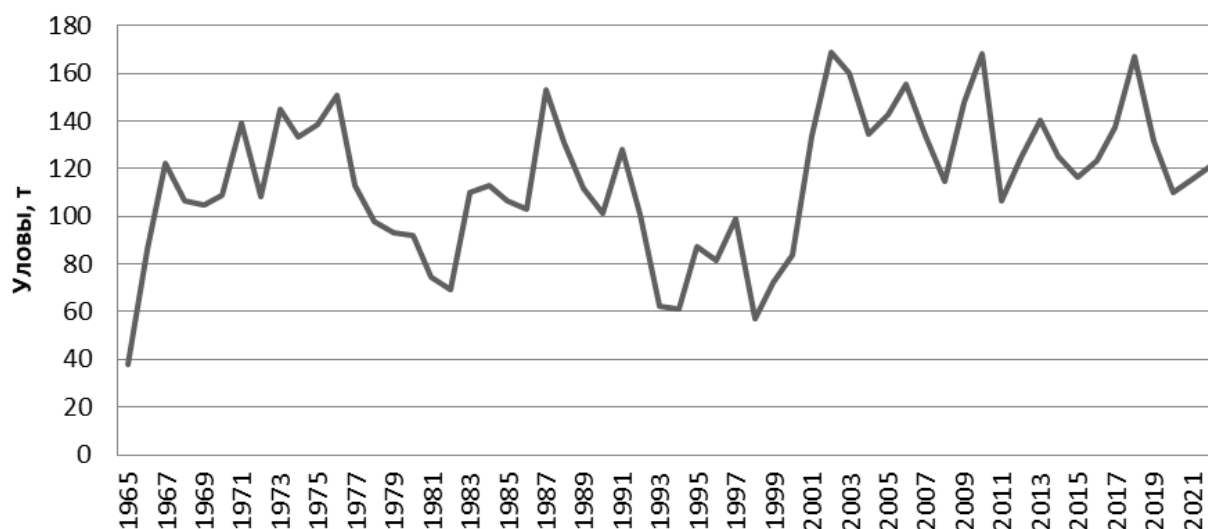


Рисунок. Динамика уловов рыбы (т) в речной части Шекснинского водохранилища (1965–2022 гг.)

Таблица. Динамика общих уловов и освоения ОДУ (РВ) водных биоресурсов речной части Шекснинского водохранилища (2018-2022 гг.).

виды водных биоресурсов	годы														
	2018			2019			2020			2021			2022		
	общий улов, т	доля от общего улова, %	освоение ОДУ (РВ), %	общий улов, т	доля от общего улова, %	освоение ОДУ (РВ), %	общий улов, т	доля от общего улова, %	освоение ОДУ (РВ), %	общий улов, т	доля от общего улова, %	освоение ОДУ (РВ), %	общий улов, т	доля от общего улова, %	освоение ОДУ (РВ), %
лещ	66,7	40,0	60,2	49,2	37,5	44,2	42,4	38,6	34,9	48,3	41,9	35,6	43,7	36,1	30,1
судак	14,5	8,7	41,1	15,6	11,9	50,1	14,9	13,6	47,1	16,5	14,3	49,4	18,6	15,4	53,8
щука	20,9	12,5	25,2	19,6	14,9	24,34	16,4	14,9	24,5	15,2	13,2	28,1	16,3	13,5	23,5
окунь пресноводный	15,8	9,5	21,1	12,6	9,6	7,3	9,0	8,2	4,9	11,9	10,3	5,6	10,8	8,9	6,9
плотва	12,7	7,6	3,9	9,6	7,3	4,1	7,1	6,5	3,0	5,9	5,1	2,6	8,2	6,8	2,5
густера	9,5	5,7	21,9	5,5	4,2	10	4,9	4,5	10,0	5,1	4,4	9,5	7,0	5,8	13,6
синец	4,0	2,4	21,7	1,8	1,4	9,1	1,8	1,6	10,3	1,5	1,3	8,1	5,5	4,5	36,7
чехонь	9,0	5,4	21,1	6,9	5,3	32,9	4,9	4,5	18,2	3,7	3,2	12,2	3,0	2,5	9,8
налим	4,4	2,6	23,6	3,7	2,8	26,6	3,1	2,8	28,4	3,5	3,0	32,4	3,0	2,5	29,1
берш	2,8	1,7	23,1	2,4	1,8	20,9	1,9	1,7	18,8	1,7	1,5	20,9	1,9	1,6	26,2
красноперка	3,1	1,9	31,7	1,8	1,4	13,4	1,5	1,4	13,9	0,4	0,3	3,0	1,3	1,1	13,2
жерех	1,3	0,8	24,7	1,1	0,8	19,9	0,7	0,6	12,7	0,8	0,7	9,9	0,7	0,6	13,6
язь	1,1	0,7	2,7	0,7	0,5	3,1	0,5	0,5	3,4	0,2	0,2	1,8	0,2	0,2	3,1
прочие*	1,0	0,6	0,1	0,7	0,5	0,2	0,7	0,6	0,2	0,6	0,5	0,2	0,8	0,7	0,4
итого	166,7	100,0	26,3	131,2	100,0	21,7	109,8	100,0	17,4	115,3	100,0	17,9	121	100,0	17,9

прочие* – тюлька, ряпушка, сазан, карась, линь, белоглазка, голавль, уклейка, ерш пресноводный

Промышленный лов на водоеме осуществляют 5 рыбодобытчиков – РА «Рыбак», ООО «Радужное», СПК (колхоз) «Нива», ИП Бурлаков Н.Н. и ИП Мишичев В.Ф. Среди

пользователей наибольший вылов водных биоресурсов приходился на Рыболовецкую артель «Рыбак» и в среднем составлял за пятилетний период 76% от промышленного. Соотношение добываемых видов рыб в промышленных уловах в Шекснинском водохранилище за данный период практически не изменялось. Так, наибольшая доля вылова водных биоресурсов приходилась на леща (49,7%), судака (14,6%) и щуку (9,6%). Свыше 70% вылова водных биоресурсов в речной части Шекснинского водохранилища отмечается в период подледного лова с января по апрель, а также в декабре. На эти же периоды приходился и максимум уловов основных промысловых видов рыб – леща, судака и щуки.

По результатам научных исследований эффективности основных орудий промышленного рыболовства, средняя величина уловов, приходящихся на одно промысловое усилие крупноячейными ставными сетями в подледный период 2018–2022 гг. составляла 1,4 кг/сетесутки, а в период открытой воды – 2,7 кг/сетесутки. В то же время средние показатели эффективности мелкоячейных ставных сетей, применяемых по открытой воде, составляли 4,5 кг/сетесутки и были выше в 2,7 раза по сравнению с периодом подледного лова.

Любительские уловы водных биоресурсов в Шекснинском водохранилище в 2018–2022 гг. по данным Северо-Западного филиала ФГБУ «Главрыбвод» в среднем составили 34,3 т, с минимальным выловом в 2020 г. – 27,5 т. При этом в структуре в любительских уловах доминировали окунь (28,2%), щука (26,3%) и плотва (12,7%).

Промысловые запасы большинства видов рыб речной части Шекснинского водохранилища эксплуатируются недостаточно интенсивно. В среднем за 2018 – 2022 гг освоение величин ОДУ и рекомендованного вылова составили 20,2%, варьируя от 17,4% в 2020 г. до 26,3% в 2018 г. В наибольшей степени осваиваются квоты по судаку (48,3%) и лещу (41,0%). Рекомендованные объемы добычи щуки, синца и чехони осваиваются менее чем на 30%, берша и густеры – лишь около 20%, а окуня и плотвы – менее 10%. Слабое освоение запасов рыб водохранилища связано с малой интенсивностью промысла при захламленности акватории остатками древесно-кустарниковой растительности, ограничениями рыболовства на водных транспортных путях и низкой коммерческой востребованностью большинства видов водных биоресурсов.

Список литературы

Борисов М.Я., Коновалов А.Ф., Думнич Н.В. Рыбы в Вологодской области. Череповец: ИД Порт-Апрель, 2019. 128 с.

Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища: Коллективная монография. Ярославль: изд-во ЯГТУ, 2002. 368 с.

Новые сведения по гидрохимии озер Челябинской области

М.Ф. Изиметова

Уральский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («УралНИРО»), г. Екатеринбург
e-mail: izimetova.marya.3105@yandex.ru

Аннотация. В настоящей работе отражены результаты последних исследований озер Челябинской области (Аткуль, Каракульмяк и Большой Кременкуль). В работе представлены морфометрические и гидрохимические характеристики (ионный состав, минерализация, содержание биогенных элементов, газовый режим) водоемов за 2022 г. Дано сравнение результатов современных исследований с более ранними периодами изучения озер.

Ключевые слова: озеро, Челябинская область, морфометрия, гидрохимический режим

Оз. Большой Кременкуль находится в 14 км северо-западнее г. Челябинска и является средним водоемом по площади водного зеркала, по глубине – мелким (табл.). Оз. Каракульмяк находится в Аргаяшском районе Челябинской области и расположено в 200 км к юго-востоку от г. Екатеринбурга, близ пос. Аргаяш. По площади водного зеркала является малым водоемом, по глубине – мелким. Озеро находится в водосборном бассейне р. Миасс. Оба водоема относятся к группе озер междуречья верхнего течения рек Миасс и Теча. Озерные котловины эрозионно-тектонического происхождения. Основное питание озер происходит за счет вод местного подземного и поверхностного стока. Оз. Аткуль расположено в Еткульском районе Челябинской области и относится к группе Еткульских озер. Озеро мелководное и крупное по площади. Основное питание озера происходит за счет вод местного поверхностного стока. Озерная котловина древнедолинного происхождения. Исследуемые водоемы расположены в лесостепной зоне Челябинской области.

Литературные данные о составе воды озер Аткуль и Большой Кременкуль отрывочны (Черняева и др., 1977; Захаров, 2010; Синицких, Маркова, 2016). Литературных данных о гидрохимическом режиме оз. Каракульмяк нет. Морфометрические и гидрохимические характеристики (констатированный минимум-максимум за исследуемый период) водоемов представлены в таблице.

Таблица. Морфометрическая и гидрохимическая характеристика исследуемых водоемов.

Параметры, ед. изм	Оз. Большой Кременкуль		Оз. Каракульмяк	Оз. Аткуль	
	1966*, 2007-2009**, 2015***	2022	2022	1943, 1950, 1967*	2022
Уровень, м	258,6		-	182,9	
Площадь, км ²	3,7		0,006	12,2	
Глубина средняя, м	2,3 (3,1**)		-	2,4	
Глубина максимальная, м	3,8 (6,0**)		2,0	3,7	
Класс воды	C ^{Na}	C ^{Na}	Cl ^{Na-Mg}	Cl ^{Na}	Cl ^{Na}
Минерализация, мг/дм ³	940-2200		738-1157	1953-2410	
рН, ед.	8,3-9,4		8,4-8,9	7,5-7,8	
Жесткость общая, °Ж	8,05-9,96		7,9-8,3	10,5-16,2	
Прозрачность, м	-		0,5-1,5	-	
Цветность, градус цветности	-		1,8-98,0	-	
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	6,7-21,1		7,6-9,0	-	
Ионы аммония,	0,48-3,33		0,29-1,48	-	
				1,89	

мг/дм ³					
Нитриты, мг/дм ³	0,007-0,09	0,014	0,0093-0,21	-	0,063
Нитраты, мг/дм ³	0,04-10,2	1,25	0,38-1,50	-	1,12
Фосфат-ион, мг/дм ³	0,04-0,64	0,13	0,052-2,11	-	0,055
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	>40,0	45,0	15,0-37,0	-	116
Примечание. Приводится по: *- Черняева и др., 1977; **-Захаров, 2010; ***- Синецких, Маркова, 2016					

Результаты наблюдений за оз. Большой Кременкуль свидетельствуют о том, что гидрохимический режим водоема достаточно стабилен, вода устойчиво гидрокарбонатного класса натриевой группы. В соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77 (1977) вода озера солоноватая олигогалобная, жесткая, по водородному показателю варьирует от нормальной до подщелочной (опасна для рыб при длительном воздействии). Для озера характерно низкое содержание сульфатов и кальция. По данным Черняевой с соавторами (1977) формирование химического состава происходит за счет выщелачивания почв и пород водосборных площадей водами местного стока, питающими озеро. Большинство показателей находится в пределах среднемноголетних значений. В 2015 г. наблюдалось снижение минерализации в июне и сентябре, что по мнению Синецких Е. В., Марковой Л. М. (2016) может быть связано с летне-осенними паводками. Озеро Большой Кременкуль испытывает антропогенное воздействие в связи с застройкой береговой линии и площади водосбора садовыми участками и коттеджами без централизованной канализации, что приводит к загрязнению воды органическими веществами. Превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов (Приказ .., 2016) в 2022 г. наблюдалось по показателям рН и БПК₅, в предыдущие периоды исследований (Синецких, Маркова, 2016) отмечены высокие концентрации аммонийного азота, превышающие ПДК в 1,6 раза.

В соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77 (1977) вода озера Аткуль солоноватая, олигогалобная, очень жесткая. Кислородный режим удовлетворительный, в предыдущие годы исследований в подледный период насыщение воды кислородом составляло от 42 до 68 %, в 2022 году – 86 %. Превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов в 2022 г. наблюдалось по показателям ион аммония, БПК₅, что может быть объяснено поступлением органических веществ с поверхностным стоком. Высокие концентрации хлоридов, сульфатов, магния, натрия и калия имеют естественное происхождение и превышают ПДК для рыбохозяйственных водоемов в несколько раз. Гидрохимический режим оз. Аткуль в целом остается постоянным, по сравнению с предыдущими периодами исследований отмечается повышение рН, остальные показатели остаются на уровне среднемноголетних значений.

Озеро Каракульмяк представляет собой водоем с жесткой, пресной высокоминерализованной водой в весенний период и солоноватой олигогалобной в летний, с нормальной активной реакцией воды весной и подщелочной летом (опасна для рыб при длительном воздействии). По соотношению между ионами вода озера Каракульмяк относится к хлоридному классу группы магния весной и натрия летом. Кислородный режим благополучный, насыщение воды кислородом в 2022 г. находилось в пределах 121 %. Превышение ПДКр/х наблюдалось по содержанию хлоридов, сульфатов, натрия и калия, а также по фосфат-ионам, ионам-аммония, нитритам, БПК₅, что может быть обусловлено поступлением органических веществ с поверхностным стоком.

Полученные в 2022 г. данные свидетельствуют о том, что по большинству показателей гидрохимический режим озер Аткуль и Большой Кременкуль за весь период исследований не претерпел существенных изменений, и их водные экосистемы находятся в стабильном состоянии. Озеро Каракульмяк ранее не изучалось, в связи с чем результаты исследований можно использовать как исходные данные для мониторинговых исследований, учитывая современную антропогенную нагрузку на водоем, на площади водосбора которого в настоящее время расположено большое количество садовых участков и полигон твердых бытовых отходов.

Список литературы

ГОСТ 17.1.2.04-77. 1977. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. Введ. 01.07.1978. М., 17 с.

Захаров С. Г. 2010. Озера челябинской области: учеб.пос. Челябинск: АБРИС, 128 с.

Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 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»

Синицких Е. В., Маркова Л. М. 2016. Оценка качества воды озер пригородной зоны г. Челябинска (на примере оз. Большой Кременкуль). Научный альманах N 3-3 (17): 481-485. DOI: 10.17117/na.2016.03.03.481

Черняева, Л.Е., Черняев, А.М., Еремеева, М.Н. 1977. Гидрохимия озер (Урал и Приуралье). Л.: Гидрометеиздат, 336 с.

Морфологическая реализация репродуктивной стратегии сома *Cephalocassis borneensis* (Siluriformes: Ariidae)

А.В. Искви¹, Е.П. Карпова^{1,2}, Э.Р. Аблязов^{1,2}, И.И. Чеснокова^{1,2}, С.В. Куршаков^{1,2}, Д.Г. Шавриев¹, Д.Н. Ку², Ч.Т.К. Зьонг², М.К. Ле²

¹ФИЦ ИнБИОМ РАН, г. Севастополь

²Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, г. Хошимин, Вьетнам
e-mail: iskivsasha@mail.ru

Аннотация. В результате исследований экологических и морфологических характеристик ариевого сома *Cephalocassis borneensis* (Bleeker 1851) в дельте реки Меконг во Вьетнаме было установлено, что данный вид населяет преимущественно пресные воды у верхней границы эстуария и является чувствительным к солености воды, но хорошо переносит дефицит кислорода. У рыб очень сильно выражен половой диморфизм, связанный в основном с параметрами головы. Данное явление является приспособительным в связи с вынашиванием икры и личинок самцами во рту.

Ключевые слова: Меконг, дельта, ариевые сомы, к-стратегии, диморфизм, размножение.

Одной из особенностей рыболовства в дельте реки Меконг во Вьетнаме (ВМД) является абсолютная неизбирательность в отношении объектов промысла. Практически весь улов используется рыбаками – наиболее крупных и ценных рыб продают на местных рынках или реализуют в ресторанном бизнесе, более мелкие и малоценные виды потребляют внутри семьи, в том числе используют для кормления рыб, содержащихся в садках. Следовательно, для сохранения биоразнообразия региона и защиты водных биоресурсов от перелова при промысле, который в данном регионе является очень интенсивным, необходимо пристальное внимание к состоянию популяций не только ценных промысловых видов, но и прочих, которые, на первый взгляд, не должны быть подвержены интенсивной эксплуатации.

В дельте Меконга в уловах к обычным и многочисленным видам относятся несколько видов ариевых сомов. Одним из таких видов является *Cephalocassis borneensis* (Bleeker 1851), довольно мелкий представитель семейства, распространенный в равнинной части рек Южной и Юго-Восточной Азии, включая Таиланд, Малайзию, Камбоджу, Лаос, Индонезию и Вьетнам (Froese, Pauly, 2023; Rainboth, 1996). Этот вид населяет, в отличие от большинства других ариид, довольно узкую экологическую нишу – пресные воды вблизи верхней границы эстуарного экотона, и, возможно, вследствие этого, а также негативного воздействия таких факторов, как промысел, загрязнение, зарегулирование рек и интрузия соленых вод, отмечается его малая численность (То et al., 2020). Для *C. borneensis* характерна инкубация икры самцами во рту, при которой самка откладывает, а самец, соответственно, вынашивает небольшое количество крупных икринок, а покидают родителя полностью сформировавшиеся мальки. Такое крайнее проявление к-стратегии размножения обычно действует как способ выживания в стабильных условиях, однако быстрое изменение среды обитания в результате глобальных климатических и антропогенных изменений может крайне негативно сказаться на количественных характеристиках вида. При этом имеется крайне мало сведений о его особенностях биологии и популяционных характеристиках, что не позволяет своевременно оценить угрозы и выработать действенные меры по их нейтрализации. В настоящее время известны некоторые сведения о распространении и питании этих сомов (Rainboth, 1996), в работе (Le, Duong, 2023) установлены некоторые особенности репродуктивного цикла, такие как размеры полового созревания самцов и самок, наличие полового диморфизма и сроки нереста.

Целью работы являлось изучение некоторых особенностей распределения, экологии и морфологии сомов *C. borneensis* в дельте Меконга.

Материал для исследований был получен путем донных тралений бимтралом в реках и устьевых протоках дельты в период с 2018 по 2022 гг. По результатам уловов определяли удельную численность и биомассу рыб на единицу площади (га), пределы колебаний параметров среды обитания (температура, соленость, содержание кислорода и пр.) и морфологические характеристики самцов и самок рыб.

В пределах ВМД *C. borneensis* был распределен довольно неравномерно (рис. 1).

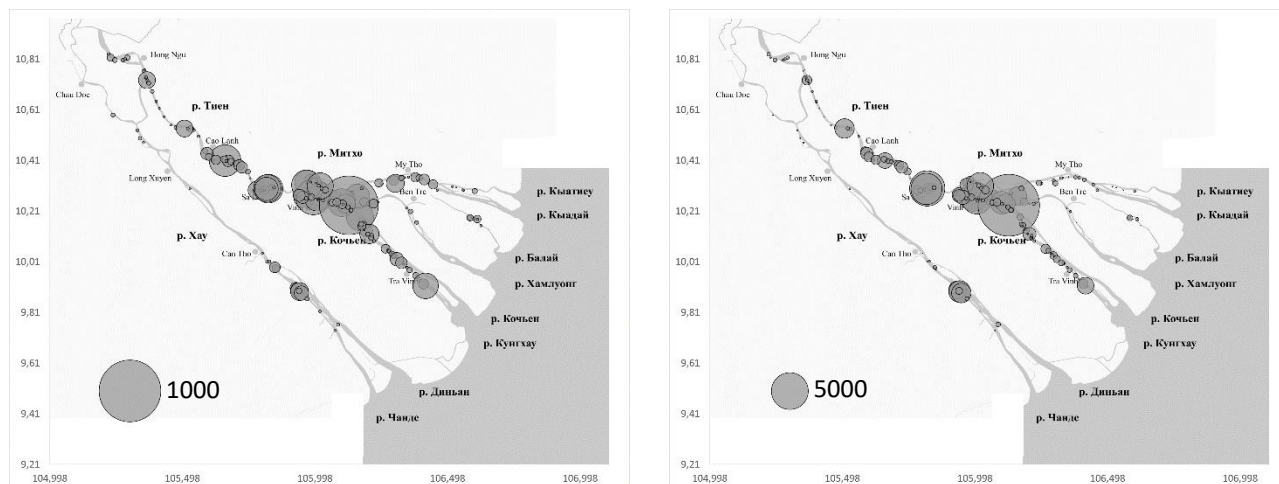


Рисунок 1. Пространственное распределение удельной численности, экз./га (слева) и биомассы, г/га (справа) *Cephalocassis borneensis*

В пресноводной части дельты (реки Тиен и Хау) рыбы отмечены повсеместно, однако в основном были сосредоточены в их нижней части. В устьевых рукавах, образующих эстуарий с переменной соленостью, отмечались преимущественно в пределах и олигогалинных пресных вод. Отдельные экземпляры регистрировались при солености вод придонного слоя до 4,1 ‰. Температура воды находилась в диапазоне 26,2–34,1°C, что соответствует годовому ходу температур в данном районе (Карпова и др., 2023). Рыбы были достаточно толерантны к низкому содержанию кислорода в придонном слое, его содержание составляло от 3 до 8 мг/л.

При анализе в пространстве главных компонент по 21 пластическому признаку (11 на теле и 10 на голове рыб) наблюдается очень значительное разделение самцов и самок, при этом неполовозрелые особи по своим характеристикам соответствуют самкам (рис. 2).

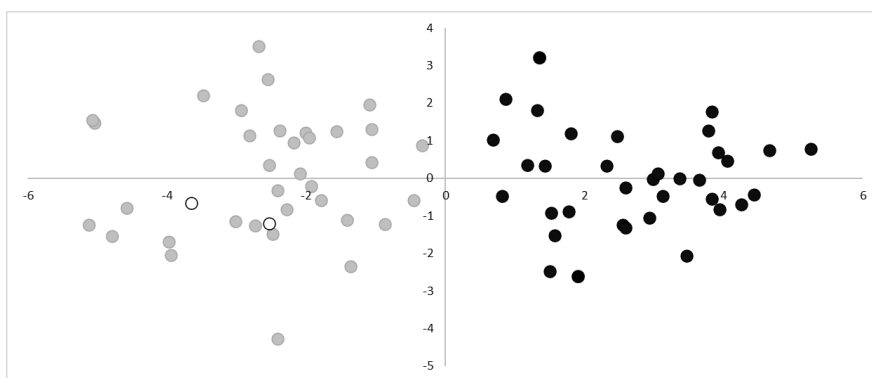


Рисунок 2. Распределение самцов (черные маркеры), самок (серые маркеры) и ювенальных особей (белые маркеры) *C. borneensis* в пространстве главных компонент по совокупности пластических морфологических признаков.

При дифференциации полов основную часть дисперсии вносят признаки, включающие длину головы рыб. Изменение пропорций по мере созревания рыб очевидно связано с необходимостью обеспечить вынашивание как можно большего числа икринок самцами. Диаметр зрелой икры в процессе инкубации составлял 7,7-8,0 мм, их количество во рту у самца обычно составляло 22-23 шт. При этом у самок количество зрелых ооцитов одномоментно составляло от 14 до 29 шт. (в среднем около 18), т.е для успешного воспроизводства самцу за короткое время надо обеспечить спаривание с двумя самками, что возможно при достаточно высокой плотности популяции.

Исследования выполнены в рамках темы Эколан Э-3.4 «Экосистема реки Меконг в условиях глобальных климатических изменений и антропогенного воздействия» и частично в рамках темы 121030100028-0 «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана».

Список литературы

Карпова Е.П., Ку Нгуен Динь, Статкевич С.В., Чыонг Ба Хай, Чеснокова И.И., Куршаков С.В., Аблязов Э.Р., Слынько Е.Е., Зыонг Тхи Ким Чи. 2023. Оценка физико-химических свойств главных рек дельты Меконга и их экологическое районирование. Водные биоресурсы и среда обитания 6(1): 20-33. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_1_20

Froese, R., & Pauly, D. (2022). FishBase. World Wide Web Electronic Publication. Available at <https://www.fishbase.se>.

Le N.-S., Duong T.-Y. 2023. Sexual dimorphism and reproductive biology of *Cephalocassis borneensis* (Siluriformes: Ariidae), a paternal mouth-brooding fish in the Mekong River. Journal of Fish Biology 102(6): 1296–1310. <https://doi.org/10.1111/jfb.15378>

Rainboth W. J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. Rome, Italy: Food and agriculture organization of the United Nations.

To H. T. M., Duong D. T., Tran D. D. 2020. The distribution of Ariid catfish (Ariidae) in the Hau River estuary. The Scientific Journal of Tra Vinh University 1(38): 67–74.

Мониторинг паразитофауны плотвы (*Rutilus rutilus* L. 1758) Финского залива

А.В. Каменченко

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ»), г. Санкт-Петербург
e-mail: kamenchenko.a.v@gmail.com

Аннотация. Проведен анализ литературных данных паразитофауны плотвы (*Rutilus rutilus* L. 1758) Финского залива за длительный период и сравнение с современными материалами, полученными в результате наших исследований.

Ключевые слова: паразитофауна, плотва, Финский залив.

Одним из крупнейших рыбохозяйственных водоемов Ленинградской области является Финский залив. Исследования Невской губы, представляющей особый интерес для исследований, проводились неоднократно, начиная с 30-х гг. прошлого века. Первые масштабные исследования были проведены сотрудниками лаборатории болезней рыб Ленинградского научно-исследовательского ихтиологического института (Догель и др. 1933), было исследовано 25 экземпляров плотвы методом полного паразитологического вскрытия. В результате был выявлен 21 вид, массовыми оказались микроспоридии (5 видов) и трематоды (6 видов). В 1961 г. исследования были повторены (Бао-хуа, 1961). Автор вскрыл 17 экземпляров рыб, у которых было найдено 22 вида паразитов. Следующие исследования были проведены в начале 2000 года (Петрова, 2000). В работе освещены изменения Финского залива за длительное время. Автор, при помощи метода полного или частичного паразитологического вскрытия, исследовал 210 экземпляров. Было обнаружено 28 видов паразитов, 15 из них были отмечены впервые для этой акватории.

В 2010 году полностью введен в эксплуатацию Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. После этого сотрудниками сектора болезней рыб было проведено масштабное исследование паразитофауны плотвы Финского залива, а именно Невской губы (Дудин и др., 2015). За четыре года было вскрыто более 300 экземпляров плотвы, отмечено 39 видов паразитов, относящихся к 8 систематическим группам. Наиболее массовыми оказались микроспоридии (10 видов), трематоды (9 видов) и моногенеи (9 видов). В отличие от ранних исследований авторы обнаружили возбудителя чернопятнистого заболевания – *Posthodiplostomum cuticola*, зараженность им колебалась в пределах от 7,1 до 36 %.

Так как мониторинг паразитофауны плотвы Финского залива представляет интерес для дальнейшего исследования в долгосрочной перспективе, целью данной работы является обобщение имеющихся литературных данных и сравнение их с собственными.

Материалом для исследований была свежая рыба, отобранная из сетных уловов рыболовецких бригад в районе Сестрорецка. Отбор производился в апреле-мае 2023 г.. Всего было исследовано 15 экземпляров плотвы промыслового размера. Возраст рыб колебался от 3 до 5 лет. Обработку материала проводили методом полного паразитологического вскрытия, сбор и фиксация паразитов проводилась по общепринятой методике (Чернышева и др., 2009). Для оценки зараженности применяли показатели экстенсивности инвазии (ЭИ) и интенсивности инвазии (ИИ).

В ходе исследований (табл. 1) было выявлено 20 видов паразитов принадлежащих к 6 систематическим группам: микроспоридиям, моногенеям, трематодам, цестодам, нематодам, скребням и рачкам. Наиболее представительной группой были микроспоридии, отмечено 9 видов. Из них наибольшая экстенсивность инвазии зафиксирована у следующих: *Muxidium rhodei* локализующейся в почках, *Muxobolus* sp. на жаберных лепестках и *Chloromuxum* sp. в мочевом пузыре.

Из моногеней были отмечены *Paradiplozoon homoion homoion* и несколько представителей рода *Dactylogyrus*. Необходимо отметить, что нами не была проведена видовая дифференциация представителей рода *Dactylogyrus* так как ранее это уже было сделано. Фауна данного рода была детально изучена в работе, посвященной паразитофауне плотвы и окуня (Петрова, 2000), согласно ее исследованиям у плотвы были выявлены: *D. caballerou*, *D. crucifer*, *D. fallax*, *D. nanus*, *D. rutili*, *D. similis*, *D. spherina*, *D. suecicus*.

Фауна трематод насчитывала 3 вида, все они были на стадии метацеркарий.

Нематоды были представлены двумя видами – *Nematoda* sp. и *Philometra* sp., скребни одним – *Neoechinorhynchus rutili*, находки этих паразитов единичны.

Паразитические рачки представлены одним видом *Argulus foliaceus*. Так же одним видом представлены и моллюски, зараженность которыми составила 20%.

Таблица 1. Результаты собственных исследований, выполненных в весенний период.

Вид паразита	Локализация	ЭИ (%)	ИИ, min-max, экз
<i>Myxosporidia</i> sp.	мочевой пузырь	7	-
<i>Myxidium rhodei</i>	почки	40	-
<i>Chloromyxum</i> sp.	желчный пузырь	20	-
<i>Myxobolus</i> sp.	жабры	47	-
<i>Myxobolus</i> sp.	мышцы	7	-
<i>M. fundamentalis</i>	жабры	7	1
<i>M. mucosus</i>	жабры	7	2
<i>Myxobolus</i> sp. 3	мышцы	7	-
<i>M. pseudodispar</i>	мышцы	47	-
<i>Dactylogyrus</i> spp.	жабры	93	3-140
<i>Paradiplozoon homoion homoion</i>	жабры	20	1-3
<i>Rhipidocotyle campanula</i>	глочные мышцы	87	2-39
<i>Tylodelphys clovata</i>	стекловидное тело	20	2-6
<i>Diplostomum</i> spp.	хрусталик	100	1-42
<i>Paracoenogonus ovatus</i>	мышцы	87	1-49
<i>Nematoda</i> sp.	кишечник	7	1
<i>Philometra</i> sp.	полостной жир	7	1
<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	кишечник	7	1
<i>Argulus foliaceus</i>	жабры	7	1
глохидии <i>Anadonta</i> sp.	жабры	20	1-3

ЭИ – экстенсивность инвазии, ИИ – интенсивность инвазии, ИО – индекс обилия

Исследования паразитофауны плотвы Финского залива проводится с разной степенью регулярности, мониторинг насчитывает почти 100 лет. В период с 1933 по 2000 г. паразитофауна не подвергалась серьезным изменениям, а незначительное уменьшение или увеличение числа паразитов можно связать с сезонностью. После строительства КЗС воздействие антропогенных факторов на состояние акватории Финского залива было исследовано Дудиным и др. (2015), но прямое влияние было не установлено.

Сравнивая результаты собственного исследования с литературными данными, можно отметить изменение фауны миксоспоридий, что, скорее всего, связано с пересмотром и уточнением систематического положения данной группы. В связи с тем, что систематика миксоспоридий основывается на морфометрии спор, осталось под вопросом определение плазмодий в желчном пузыре. Однако, благодаря уникальной тканевой специфичности этого паразита, можно предположить, что это *Chloromyxum fluviatilis*. В нашем исследовании разнообразие видов миксоспоридий и широкий спектр локализаций могут свидетельствовать о высокой численности олигохет в водоеме.

Обращает на себя внимание абсолютная зараженность личинками *Diplostomum* spp. Данный факт, очевидно, связан с большим количеством в районе промысла как промежуточных хозяев – брюхоногих моллюсков, так и птиц. Кроме этого важной находкой

является повторное обнаружение нового для Финского залива вида *Rhipidocotyle campanula* (Воронин и др., 2021), экстенсивность инвазии данного паразита составила 87%.

Во время собственных исследований не был отмечен *Posthodiplostomum cuticola*, возбудитель чернопятнистого заболевания. В ранних исследованиях этот вид был указан более чем у трети у исследованных рыб (Дудин и др., 2015). Кроме этого особый интерес представляет отсутствие ранее найденной у плотвы метацеркарии *Pseudamphistomum truncatum*, имеющей эпидемиологическое значение (Воронин и др., 2021). Скорее всего, отсутствие находок можно связать с малой выборкой рыб в нашем исследовании или другим локальным стадом плотвы.

Загрязнение воды может приводить к сокращению рациона рыб наиболее чувствительных видов (амфиподы и пр.), что в свою очередь могло явиться причиной низкой зараженности плотвы скребнями и нематодами (Перевозников и др., 1999).

При этом плотва достаточно интенсивно заражена глохидиями *Anadonta* sp., что говорит о присутствии двухстворчатых моллюсков в данной акватории.

Увеличение зараженности миксоспоридиями, диплостомидами и моногенеями объясняется повышением уровня эвтрофикации Невской губы и созданием благоприятных условий для промежуточных хозяев. Дальнейшее изучение данной акватории и мониторинг являются важнейшим методом исследования изменений, происходящих в Невской губе.

Список литературы

Воронин В.Н., Кудрявцева Т.М., Печенкина А.А. 2021. Новые для фауны Финского залива метацеркарии трематод рыб. Материалы национальной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГУВМ, Санкт-Петербург, 25–29 января 2021 года. – СПб: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины. – С. 28-29

Догель В.А., Петрушевский Г.К. 1933. Паразитофауна рыб Невской губы. Тр. Ленинградского общ. естествоиспытателей, вып. 3, т. 62, Л.: 366-434.

А.С. Дудин, Н.Б. Чернышева, Б.С. Шульман. 2015. Изменения паразитофауны плотвы (*Rutilus rutilus* L. 1758) Невской губы Финского залива под влиянием антропогенных факторов за длительный период наблюдений. Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. Расширенные материалы IV Международной конференции. — Борок-Москва. — С. 393–398

Кудерский Л. А. 2013. Состояние рыбного населения в восточной части Финского залива в 1946-2009 гг. в связи с природными и антропогенными факторами. Избранные труды. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. т. 3. КМК. 57-79.

Петрова В.В. 2000. Изменение паразитофауны некоторых промысловых рыб Финского залива за длительный промежуток времени в условиях антропогенного воздействия. Диссертация на соискание учёной степени к.б.н., СПб.: 140 с.

Перевозников М.А., Богданова Е.А. 1999. Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах. ГосНИОРХ, СПб, с. 225

У. Бао-хуа. 1961. Об изменении паразитофауны рыб Невской губы за четверть века. Вестник Ленингр. Университета, № 21, вып. 4, серия биологии, Л.: 62-72.

Чернышева Н.Б., Кузнецова Е.В., Воронин В.Н., Стрелков Ю.А. Паразитологическое исследование рыб. Методическое пособие. СПб., ГосНИОРХ, 20 с.

Характеристика покатной миграции ихтиопланктона в нижнем течении реки Ока

Р.К. Катаев

Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НижегородНИРО»), г. Нижний Новгород
e-mail: nnovniro@vniro.ru

Аннотация. В работе представлены материалы по учету ихтиопланктона в речном дрефте на р. Ока. Определена видовая структура и количественные показатели концентрации покатной молоди, оценена суточная динамика ската и распределение в толще воды.

Ключевые слова: река Ока, покатная миграция, ихтиопланктон, водные биологические ресурсы.

Река Ока в своём нижнем течении (в границах Нижегородской области) обладает биотопическим многообразием участков, включая в себя устья притоков, лентические зоны, такие как старицы и заливы, лотические зоны. В совокупности с особенностями гидрологического режима, когда в половодье повышение уровня воды может достигать 8 м и затапливаются обширные пойменные территории, р. Ока является важным воспроизводственным участком для размножения различных экологических групп рыб. Помимо этого, ихтиоценоз реки Оки тесно связан с Чебоксарским водохранилищем и регулярно происходят нерестовые перемещения многих видов, например, стерлядь, лещ, судак, жерех, чехонь, что повышает продуктивность нерестилищ. Впоследствии значительное количество личинок, под влиянием адаптационного механизма миграции, скатывается в Чебоксарское водохранилище, тем самым восполняя его естественную и промысловую убыль ихтиомассы и видовое разнообразие.

Материалом для исследования покатной миграции молоди рыб послужили данные полевых исследований, проводимых с третьей декады мая по первую декаду июня 2022 г. на четырех станциях, расположенных по протяженности р. Ока в Нижегородской области.

В качестве орудий лова использованы ихтиопланктонные конусные сети конструкции Мотоды с площадью устья 0,2 м² (Пахоруков, 1980), изготовленные из капронового сита № 11. Отлов личинок был приурочен к основным фазам суток в зависимости от степени освещённости (ночь, раннее утро, день, вечерние сумерки) на различных глубинных уровнях – поверхностный слой, пелагиаль (1/2 от глубины в месте исследований), придонный горизонт. Скорость течения определялась гидрометрической микровертушкой ГМЦМ-1.

Отобранные пробы фиксировались 4%-м раствором формалина для проведения дальнейшей камеральной обработки. Видовой состав и стадии развития ихтиопланктона устанавливались по определителю А.Ф. Коблицкой (1981).

Концентрация ихтиопланктона рассчитывалась через объем процеженной воды и определялась по формуле (Павлов и др., 1981):

$$M_{100} = m * 100 / (S * V * T)$$

где M_{100} – концентрация рыб в потоке, экз./100 м³; m – число рыб в пробе, экз.; S – площадь входного сечения средства отбора проб, м²; V – скорость потока на входе в средство отбора проб (скорость траления), м/с; T – длительность экспозиции средства отбора проб, с.

Всего за период исследований обработано 45 проб ихтиопланктона общим объемом 665 экз.

По результатам проведенных исследований в составе уловов отмечено 9 видов рыб: белоглазка *Abramis sapa* Pallas, елец *Leuciscus leuciscus* L., лещ *Abramis brama* L., окунь

пресноводный *Perca fluviatilis* L., пескарь *Gobio gobio* L., плотва *Rutilus rutilus* L., синец *Abramis ballerus* L., чехонь *Pelecus cultratus* L. и язь *Leuciscus idus* L. Наибольшей встречаемостью в уловах обладали окунь (89% проб), плотва (64%), язь (17%).

Рассматривая интенсивность миграции молоди рыб на отдельных стадиях развития, отмечается, что наибольшее количество дрейфующего по течению ихтиопланктона относится к стадиям «предличинки» и «ранние личинки» (стадии В-С2). При этом для окуня миграция начинается с момента выклева из икры (стадия А), достигает пика на стадии В и в дальнейшем снижается по мере роста и развития способности противодействовать течению (рис. 1).

Для видов семейства *Cyprinidae* (плотва, язь) предличинки (стадия А) активно не перемещаются и находятся в местах выклева, защищенных участках с высшей водной растительностью (Павлов и др., 2007). Дальнейший рост приводит к развитию плавательной способности и усиленному расселению. Для плотвы пик перемещения зафиксирован на стадиях В-С1, для язя – С1-С2.

Кроме того, отмечено повышение доли особей язя и окуня на стадии D2, относительно D1. Данный факт может объясняться увеличением двигательной активности с целью поиска пищевых ресурсов.

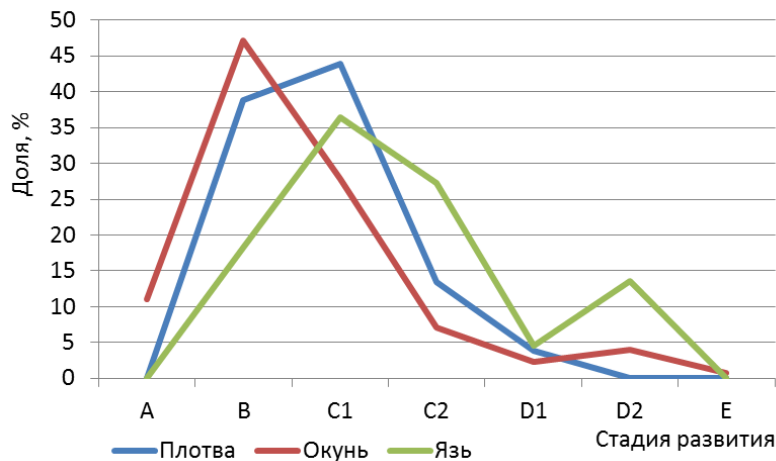


Рисунок 1. Динамика покатной миграции молоди окуня, плотвы, язя на отдельных стадиях развития на р. Ока в 2022 г.

Вертикальное и суточное распределение дрейфующей молоди рыб неравномерно (рис. 2). В целом максимальные концентрации в течение дня зафиксированы в поверхностном слое (47%) и толще воды (31%). Наибольшая активность покатной миграции происходила в период с низкой степенью освещённости (ночь) и в последующий период (утро) (табл.).

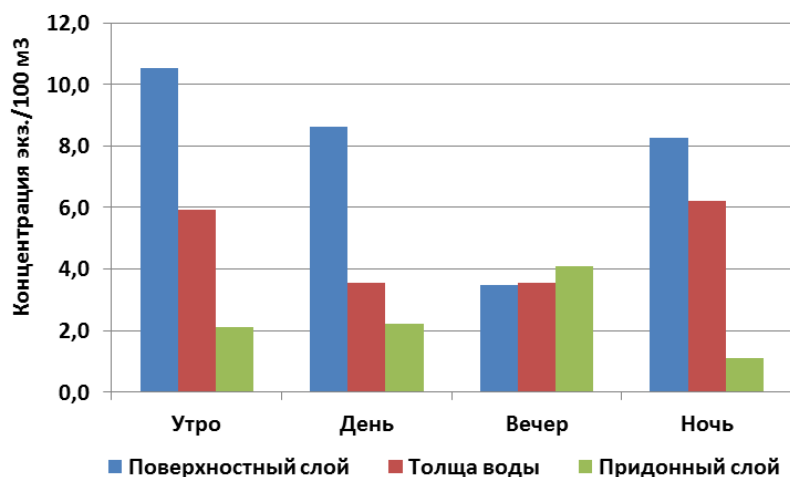


Рисунок 2. Вертикальное и суточное распределение ихтиопланктона на р. Ока в 2022 г.

Таблица. Количественные показатели отдельных видов рыб в составе ихтиопланктонных проб на р. Ока в 2022 г., экз./100 м³.

Вид	Утро	День	Вечер	Ночь
Белоглазка	0,48		0,07	
Елец			0,07	
Лещ		0,40	0,26	
Окунь	14,82	10,35	8,63	7,45
Пескарь	0,36	0,09		
Плотва	2,00	2,86	0,84	7,52
Синец				0,13
Чехонь	0,12		0,65	
Язь	0,82	0,71	0,28	0,50
Всего	18,60	14,41	10,80	15,60

Обобщая имеющуюся информацию, выстраивается следующая динамика суточной миграции ихтиопланктона. В утренние часы максимальные концентрации покатной молоди зафиксированы в поверхностном горизонте. В период высокой световой активности (день) вертикальное распределение миграции сохраняется. В вечерний период, несмотря на наибольшее количество зафиксированных в уловах видов, наблюдается значительное снижение концентрации ихтиопланктона и его перераспределение в придонные горизонты воды. В ночное время отмечается перемещение молоди в пелагиаль и поверхностный слой.

В течение дня в структуре ихтиопланктона на р. Ока в 2022 г. преобладающую роль играл окунь (7,5-14,8 экз./100 м³). Доминирующее положение вида в составе дрефтующего ихтиопланктона зафиксировано ранее на участке среднего течения р. Ока (Быков, 2021) и объясняется пелагическим образом жизни и распределением молоди на участках открытого побережья, менее защищенных к влиянию течения. В отличие от исследований, проводимых на участках Нижней Волги, где основной скат проходил в ночное время (Дегтярева, 1991; Павлов и др., 2007), в динамике покатной миграции окуня в нижнем течении р. Ока наблюдается снижение концентрации в уловах в течение суток от максимальных значений в утренние часы к минимуму ночью.

Плотва являлась вторым по массовости видом в уловах (0,8-7,5 экз./100 м³). Динамика покатной миграции соответствует ранее проводимым исследованиям (Павлов и др., 2007). Так, личинки плотвы в темное время суток поднимаются к поверхности, в этот момент при отсутствии возможности зрительной ориентации и способности к сопротивлению потоку происходит массовый дрефт молоди. В дневное время они образуют скопления в прибрежной зоне.

Количественные показатели прочих видов суммарно превышали 9% лишь в утренний и вечерний периоды.

Список литературы

Быков А.Д. 2021. Видовой состав и распределение ранней молоди рыб в период покатных миграций в среднем течении р. Ока. Труды ВНИРО Т. 186. №4: 91-100. DOI: 10.36038/2307-3497-2021-186-91-100

Дегтярева Н.Г. 1991. Покатная миграция и распределение молоди карповых, окуневых и сельдевых рыб в реке Волге ниже плотины Волгоградского гидроузла. Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова, 24 с.

Коблицкая А.Ф. 1981. Определитель молоди пресноводных рыб. М. «Легкая и пищевая промышленность». 207 с.

Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В. 2007. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука, 212 с.

Павлов Д.С., Нездолий В.К., Ходоревская Р.П. 1981. Покатная миграция молоди рыб в реках Волге и Или. М.: Наука. 320 с.

Пахоруков А.М. 1980. Изучение распределения молоди рыб в водохранилищах и озерах. М.: Наука, 65 с.

Динамика холодолюбивого планктона при сильном волнении и турбулентности в акватории Абхазии

М.Р. Каталандзе¹, Р.С. Дбар^{1,2}, Е.Р. Вольтер¹

¹Институт экологии Академии Наук Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия

²Азово-Черноморского филиала ФГБНУ "ВНИРО" ("АзНИИРХ"), г. Ростов-на-Дону

e-mail: marika.katalandze@bk.ru

Аннотация. В статье представлен относительный видовой состав зоопланктона Абхазской акватории Чёрного моря. Сравниваются виды, встречающиеся в толще воды, в зоне образования активной конвективной пленки нейстона, во время шторма и сильных течений. Выделяются массово встречающиеся виды и виды, попадающие в единственном экземпляре. Оценивается современное состояние зоопланктона в Черноморской экосистеме.

Ключевые слова: зоопланктон, Черное море, мыс Красный маяк, активная конвективная пленка нейстона.

С конце XX века в Черном море, согласно данным М.Е. Виноградова (1992), наблюдалась негативная трансформация экосистемы, вызванная естественными и антропогенными факторами. В начале 1990-х гг. вселение и массовое развитие гребневика *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865, по данным, привело к деградации ихтиопланктонных комплексов на всём черноморском шельфе и обеднению кормовой базы планктоноядных рыб (Забриборщ, 1985). Это повлекло за собой резкое снижению их промысловых и нерестовых запасов.

В начале XXI в. ситуация изменилась в благоприятную сторону вследствие вселения гребневика берое (*Beroe ovata* Bruguière, 1789). Согласно данным рядов авторов (Павлова и др., 1999, Виноградова и др., 2002), концентрация желетелого планктона установилась на стационарном состоянии, удовлетворительном для нормального развития ихтиопланктона.

Целью работы является изучение сравнительного таксономического состава зоопланктона в толще воды, в активной зоне течений и турбулентности в пленке нейстона и во время шторма в акватории Абхазии. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить видовую принадлежность зоопланктона;
2. Изучить особенности поведения определенных видов при шторме и экстремальном течении;
3. Выделить массовые и редкие виды характерные для Абхазской акватории Черного моря.

Материалы были собраны с сентября 2021 гю по май 2023 гю на главной биостанции Института экологии АН Абхазии. Биостанция расположена на морской эстакаде, размещенной на вершине мыса Красный маяк. Станция расположена над глубинами до 12 м на границе материкового склона.

Пробы были взяты в толще и на поверхности воды, на месте образования активной конвективной пленки нейстона, в которой накапливаются большее количество зоопланктона, в периоды сильных течений и шторма. Скорость течения в момент взятия проб достигала 0.5-1 м/с. Волнение моря при взятии проб 3-5 баллов (рис. 1).

Пробы брали с помощью малой планктонной сетью Джеди (диаметр входного отверстия – 25 см, ячея сита – 112 мкм) на глубинах 0-9 м, при температуре моря от 10° до 23° С. Пробы фиксировали 4 % нейтрализованным формалином и смотрели с помощью цифрового микроскопа (Optica microscopes, Italy) на увеличении W-PLANPH10x/025.

Таксономическую обработку проводили по «Определителю фауны Черного и Азовского морей» под редакцией Ф.Д. Мордухая-Болтовского 1968–1972 гг.

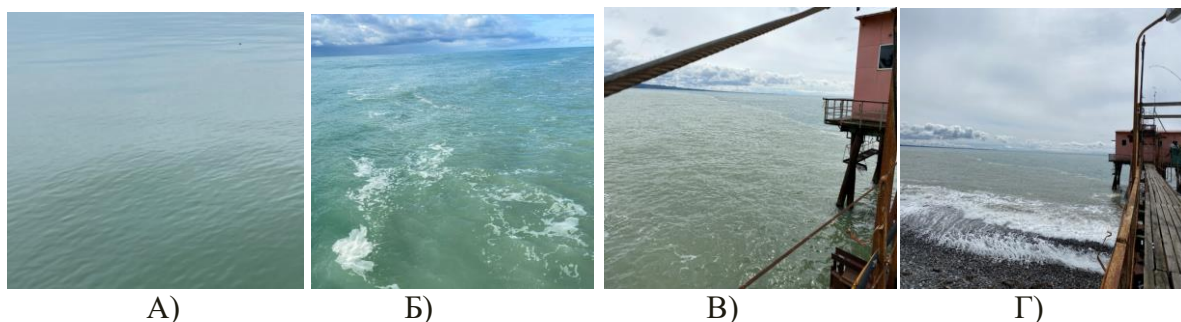


Рисунок 1. Состояние моря во время взятия проб: А) спокойное состояние моря; Б) море в момент образования активной конвективной пленки нейстона; В) сильное течение моря; Г) во время шторма.

Абхазская акватория характеризуется слабо развитой литоральной зоной и большими глубинами, что не способствует образованию высокопродуктивных кормовых планктонных полей. Тем не менее, высокая продукционная способность планктона сохраняется в Северо-Восточной части Черного моря. Для Черного моря характерна циклоническая циркуляция водных масс. Вдольбереговые течения обходят мыс Красный маяк правой стороной. Основным структурным элементом поля течений является дивергенция потоков. Дивергенции динамического характера течений возникают главным образом при контакте вод во время движения. При этом самоорганизуется новая гидрологическая структура, отличающаяся от смежных водных масс. На поверхности моря такие зоны отображаются аномалиями температуры, солености и других элементов, характеризующими физико-химическое состояние вод. Формируется вспененная фронтальная зона. Вследствие неравномерности скоростей и различий в структуре сходящихся вод, гидрологический фронт изгибается, образуя меандры. При больших скоростях течения меандры начинают превышать критические размеры и в этих микроциркуляциях концентрируется зоопланктон. Такие кормовые пятна, согласно данным Натарова (1966), очень благоприятны для нагула обитающих здесь рыб. Концентрируясь под ними, мелкие пелагические рыбы имеют возможность на поиск и добычу корма затрачивать минимум энергии.

Для зоопланктона Черного моря характерно относительно невысокое биологическое разнообразие более 150 видов. Всего нами определены 21 видов и 3 рода зоопланктона.

Согласно нашим исследованиям массовыми видами для абхазской акватории Черного моря являются *Acartia clausi* (Giesbrecht, 1889), *Acartia tonsa* (Dana, 1849), *Paracalanus parvis* (Claus, 1863), *Oithona davisae* (Ferrari F.D. & Orsi, 1984), *Calanus euxixinus* (Hulsemann, 1991), *Noctiluca scintillans* (Macartney Kofoid & Svez), *Centropages ponticus* (Karavaev, 1895) (рис. 2).

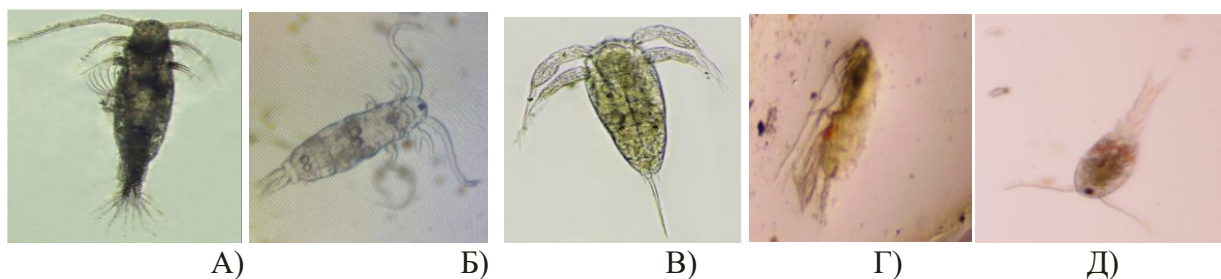


Рисунок 2. Массовые виды зоопланктона: А) *Acartia clausi* (Giesbrecht, 1889), Б) *Acartia tonsa* (Dana, 1849), В) *Centropages ponticus* (Karavaev, 1895) (науплеус). Г) *Oithona davisae* (Ferrari F.D. & Orsi, 1984), Д) *Calanus euxixinus* (Hulsemann, 1991).

В активной конвективной зоне, где образуется пленка нейстона, встречались личинка баянуса (*larvae Amphibalanus improvises*), *Acartia clausi* (Giesbrecht, 1889), *Penilia avirostris* (Dana, 1849); науплеусная форма *Acartia tonsa* (Dana, 1849), *Oithona similis* (Claus, 1866), *Paracalanus parvis* (Claus, 1863), *Calanus euxixinus* (Hulsemann, 1991) (науплеус), *Centropages ponticus* (Karavaev, 1895), *Evadne spinifera* (P.E. Muller, 1867) и представитель рода *Tintinopsis*.

В пробах, взятых во время шторма, наблюдались такие виды как *Acartia clausi* (Giesbrecht, 1889), *Oithona davisae* (Ferrari F.D. & Orsi, 1984), науплеусная форма *Anomalocera patersonii* (Templeton, 1837), медуза *Aurelia aurita*, *Paramecium caudatum* (Ehrenberg, 1838), представители родов *Tintinopsis* и *Synchaeta* sp. (Ehrenberg, 1832).

В весенних пробах доминировали представители таких видов как *Noctiluca scintillans* (Macartne) Kofoid & Svezy, *Acartia tonsa* (Dana, 1849), *Brachionus angularis* (Gosse, 1851) и родов *Synchaeta* sp. (Ehrenberg, 1832) и *Asplanchna* sp. (Gosse, 1850). Из определенных нами видов, индикаторами чистых вод являются *Penilia avirostris* (Dana, 1849) и *Evadne spinifera* (P.E. Muller, 1867).

По одному экземпляру встречались *Oikopleura (Vexillaria) dioica* (Fol, 1872), *Evadne spinifera* (P.E. Muller, 1867), *Parasagitta setosa* (J. Muller, 1847) (рис. 3).

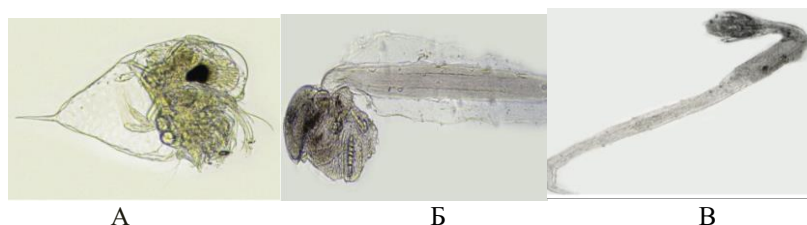


Рисунок 3. Единичные виды зоопланктона, определенные в наших пробах: А) *Evadne spinifera* (P.E. Muller, 1867), Б) *Oikopleura (Vexillaria) dioica* (Fol, 1872), В) *Parasagitta setosa* (J. Muller, 1847).

Таким образом, в период усиления речного стока продуктивные зоны гидродинамических систем могут временно смыкаться, образуя обширные участки повышенной биомассы гидробионтов. Динамические структуры являются продуктивными зонами Черного моря, характеризующимися относительно большой, величиной биомассы планктонных районов, обладающих значительной продуктивностью и благоприятной для зимовки рыб. Несмотря на то, что зимний период характеризуется наименьшим количеством видов, в пробах, взятых в феврале, на месте образования конвективной пленки нейстона было сконцентрировано наибольшее количество видов зоопланктона. Скопление такого большого количества видов может привлекать нагульных и зимовальных рыб, а особенно хамсу.

Список литературы

Виноградов М.Е., Сапожников В.В., Шушкина Э.А. 1992. Экосистема Черного моря. М.: Наука, С.112

Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Востоков С.В. и др. 2002. Взаимодействие популяций гребневиков *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* у Кавказского побережья Черного моря // Океанология. — 42, № 5. – С. 693 – 701.

Забриборщ Ф.С. 1985. О современных тенденциях изменений черноморских ихтиоценозов // Вопр. ихтиол. - - вып. 4. - С. 688 – 690

Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные // Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Том 1. – Киев, 1968. С. 360

Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные // Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Том 2. – Киев, 1969. – 536 с.

Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные // Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Том 3. – Киев, 1972. – 340 с.

Натаров В.В., Черный Э.И. 1966. О формировании зон повышенной биологической продуктивности в Тихом океане. — Тр. ВНИРО, т. 60, С.125–134

Павлова Е.В., Овсяный Е.И., Гордина А.Д. и др. 1999. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы Севастопольской бухты / Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. – Севастополь: Аквавита, – С. 70 – 95.

Изменчивость сезонности как одно из проявлений бореализации на примере Баренцева и Берингова морей

К.К. Кивва¹, А.А. Сумкина^{1,2}

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

e-mail: kirill.kivva@gmail.com

Аннотация. Используются информационные продукты, основанные на спутниковых данных, и атмосферный реанализ ERA5. Обобщены сведения об изменчивости сроков наступления основных весенних физических процессов в Баренцевом и Беринговом морях (сроки очищения акватории ото льда, перехода теплового баланса поверхности моря через ноль). Показаны существенные изменения рассматриваемых параметров в обоих морях. Для Берингова моря выполнен анализ связи весеннего «цветения» фитопланктона со сроками наступления основных физических процессов.

Ключевые слова: атлантификация, пацификация, дата очищения акватории ото льда, дата начала нагрева поверхности моря, «цветение» фитопланктона, тенденция.

Термин «бореализация» относительно широко и давно используется в биогеографии и ландшафтоведении применительно к наземным биогеоценозам и ландшафтам. Одно из определений, которое удалось найти, гласит, что это – «переход к экологии типичного северного хвойного леса». В морской биологии и океанологии этот термин появился сравнительно недавно. Его используют, главным образом, применительно к морским экосистемам Северного Ледовитого океана (СЛО) (Polyakov et al., 2020). Причём, в морских науках этот термин «приживался» постепенно. Сначала был введён термин «атлантификация» – изменение общего температурного фона и ледовых условий Баренцева моря в связи с изменениями обмена теплом на границе море-атмосфера на фоне увеличения адвективного потока тепла атлантического происхождения (Årthun et al., 2012; Oziel et al., 2016). (Впервые слово «атлантификация» использовано в работе (Reigstad et al., 2002), но в менее широком смысле). Несколько позже появилась информация о существенных изменениях в составе и распределении биоты в Баренцевом море; был введён термин «бореализация» применительно к Баренцеву морю (Fossheim et al., 2015). Примерно в это же время появился термин «пацификация». Первое упоминание, которое нам удалось найти, относится к 2008 г. и обозначает смену сообществ в прибрежной экосистеме моря Бофорта (Forest et al., 2008). Однако только после обобщения данных в (Polyakov et al., 2020) термин «пацификация» стал использоваться более широко. Сейчас им обозначают в основном процесс изменения условий в Чукотском море и на прилегающей акватории на фоне увеличения потока относительно тёплых вод тихоокеанского происхождения. (Polyakov et al., 2020) термином «бореализация» обозначают совокупность «атлантификации» и «пацификации». На наш взгляд, в широком смысле под «бореализацией» какого-либо района следует понимать такую смену совокупности условий среды и сообществ живых организмов, которая приводит к общему изменению облика района с полярного в сторону субполярного или умеренного. То есть, по сути, смену географического пояса или хотя бы устойчивую тенденцию к такой смене. В русскоязычной научной литературе по океанологии такие термины пока только появляются (например, Чернова, Долгов, 2018; Спиридонов, Чернова, 2020; Кивва, Мурый, 2021; Карамушко, Карамушко, 2023), а строгие определения отсутствуют. Цель данной работы – расширить представления о бореализации за счёт обобщения недавних работ, касающихся изменчивости сезонности в Баренцевом и Беринговом морях.

В качестве исходных данных использована информация из ряда климатических массивов. Данные о концентрации льда взяты из NOAA/NSIDC Climate Data Record (разрешение 25×25 км, шаг по времени 1 сутки, Meier et al., 2017). Даты полного очищения акватории ото льда (ДПО) рассчитаны как в (Сумкина и др., 2022б). Данные о потоках тепла на границе море-атмосфера взяты из атмосферного реанализа ERA5 (разрешение 0,25×0,25° по широте и долготе, шаг по времени 1 ч). Тепловой баланс поверхности моря, даты начала и окончания сезонного нагрева поверхности моря (ДНН и ДОН соответственно) определяли как в (Сумкина и др., 2022а). Для ДПО и ДНН вычисляли коэффициенты линейных трендов, выполняли корреляционный и кластерный анализ полей. Для анализа влияния изменений в среде обитания на фитопланктон использованы спутниковые данные о концентрации хлорофилла-а спектрорадиометров MODIS (номинальное пространственное разрешение 4 км, дискретность 8 суток, Кивва и др., 2020; Кивва, Кубряков, 2021). В качестве срока наступления «цветения» выбрана дата максимальной концентрации хлорофилла-а.

Выполненный анализ позволил сделать следующие выводы.

1. В Баренцевом море наблюдаются существенные изменения ДПО и ДНН. В целом ДНН сдвигается на более ранний срок в тех районах, где происходит более раннее очищение акватории ото льда. Однако коэффициент линейного тренда ДНН статистически значим только на локальных участках акватории.

2. Выделены районы с синхронной изменчивостью ДПО в Баренцевом и Беринговом морях. Для районов Баренцева моря показана ведущая роль адвективного потока тепла через разрез о. Медвежий – м. Нордкап в формировании ДПО. В Беринговом море, по всей видимости, главную роль в изменчивости ДПО играет циркуляция атмосферы.

3. В Беринговом море значимые тренды ДПО и ДНН наблюдаются только в последние 10–15 лет. При анализе всего доступного ряда наблюдений тенденции выражены слабее и коэффициенты линейных трендов в основном статистически не значимы. То есть, в сезонности физических процессов в Беринговом море бореализация начала проявляться только недавно.

4. Сроки «цветения» фитопланктона в Беринговом море в северных районах определяются ДПО. В ряде шельфовых и близких к ним районов также играет роль ДНН. В центральной части моря сроки «цветения» определяются, вероятно, условиями ветрового перемешивания.

Список литературы

Карамушко О.В., Карамушко Л.И. 2023. Ихтиопланктон юго-западной части Карского моря. Вопросы ихтиологии. 63(4): 377–385. DOI 10.31857/S0042875223040124.

Кивва К.К., Селиванова Ю.В., Писарева М.Н., Сумкина А.А. 2020. Роль физических процессов в формировании весеннего "цветения" фитопланктона в Беринговом море. Труды ВНИРО. 181: 206-222. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-206-222.

Кивва К.К., Кубряков А.А. 2021. Сезонная и межгодовая изменчивость поля концентрации хлорофилла-а в Беринговом море по спутниковым данным. Исследование Земли из космоса. 4: 28–45. DOI: 10.31857/S0205961421040047.

Кивва К.К., Мурый Г.П. 2021. Изменчивость в распределении промысловых скоплений северо-Восточной Арктической трески как индикатор атлантификации Баренцева моря. Комплексные исследования Мирового океана: Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых, Москва, 18–24 апреля 2021 года. – Москва: Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук. 455–456.

Сумкина А.А., Кивва К.К., Иванов В.В. 2022а. Анализ изменений параметров зимнего теплового баланса Баренцева моря. Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы X международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 10–11 ноября 2022 года. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. 397–399.

Сумкина А.А., Кивва К.К., Иванов В.В., Смирнов А.В. 2022б. Сезонное очищение ото льда Баренцева моря и его зависимость от адвекции тепла Атлантическими водами. *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 15(1): 82–97. DOI 10.48612/fpg/1krp-xbuk-6gpz.

Спиридонов В.А., Чернова Н.В. 2020. Глава 4. Изменение климата в Арктике и его возможное влияние на условия среды и биологическое разнообразие в приоритетных для охраны морских районах. В книге «Пространственное планирование сохранения биоразнообразия морей российской Арктики». – Москва: Всемирный фонд природы. – С. 98–107.

Чернова Н.В., Долгов А.В. 2018. Ихтиофауна арктических морей: современное состояние исследований и отечественное рыболовство в условиях климатических изменений / Н. В. Чернова, А. В. Долгов // *Перспективы рыболовства и аквакультуры в современном мире: материалы III научной школы молодых учёных и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 140-летию со дня рождения К.М. Дерюгина, Звенигород, 15–21 апреля 2018 года / Под редакцией А.М. Орлова, И.И. Гордеева, А.А. Сергеева.* – Звенигород: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2018. – С. 50.

Aarflot J.M., Skjoldal H.R., Dalpadado P., Skern-Mauritzen M., 2018. Contribution of Calanus species to the mesozooplankton biomass in the Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science*. 75(7): 2342-2354. DOI: 10.1093/icesjms/fsx221.

Årthun M., Eldevik T., Smedsrud L.H., Skagseth Ø., Ingvaldsen R.B. 2012. Quantifying the influence of Atlantic heat on Barents Sea ice variability and retreat. *Journal of Climate*. 25(13): 4736–4743. DOI: 10.1175/JCLI-D-11-00466.1.

Forest A., Sampei M., Makabe R., Sasaki H., Barber D.G., Gratton Y., Wassmann P., Fortier L. 2008. The annual cycle of particulate organic carbon export in Franklin Bay (Canadian Arctic): Environmental control and food web implications. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 113(C3). DOI: 10.1029/2007JC004262.

Fosheim M., Primicerio R., Johannesen E., Ingvaldsen R.B., Aschan M.M., Dolgov A.V. 2015. Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic. *Nature climate change*. 5(7): 673–677. DOI: 10.1038/nclimate2647.

Meier W.N., Fetterer F., Savoie M. [et al.]. 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/Boulder.

Oziel L., Sirven J., Gascard J.C. 2016. The Barents Sea frontal zones and water masses variability (1980–2011). *Ocean Science*. 12(1): 169–184. DOI: 10.5194/os-12-169-2016.

Polyakov I.V., Alkire M.B., Bluhm B.A., Brown K.A., Carmack E.C., Chierici M., Danielson S.L., Ellingsen I., Ershova E.A., Gårdfeldt K., Ingvaldsen R.B. 2020. Borealization of the Arctic Ocean in response to anomalous advection from sub-Arctic seas. *Frontiers in Marine Science*. 3(7): 491. DOI: 10.3389/fmars.2020.00491.

Reigstad M., Wassmann P., Riser C.W., Øygarden S., Rey F. 2002. Variations in hydrography, nutrients and chlorophyll a in the marginal ice-zone and the central Barents Sea. *Journal of Marine Systems*. 38(1-2): 9–29. DOI: 10.1016/S0924-7963(02)00167-7.

Исследование разнообразия филогенетических линий палии (*Salvelinus alpinus*) Ладожского озера для генетического мониторинга искусственного воспроизводства

М.Н. Киселева, Д.К. Митрюшкина, Т.А. Филатова, А.Э. Мамаева

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга), г. Санкт-Петербург
email: marina.marinakisel@yandex.ru

Аннотация. Ладожская палия - объект активного промысла. Поэтому вопрос о грамотном искусственном воспроизводстве палии является актуальным. При проведении мероприятий по восполнению популяций необходим генетический контроль выпускаемой молодежи. На основе анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР-ПДРФ) контрольной области, а также участков 16SrRNA/*ND1/ND2*, *COXI* и *ND5/6* мтДНК было исследовано разнообразие митохондриальных гаплотипов в популяциях палии (*Salvelinus alpinus*) Ладожского озера. Уникальная генетическая структура ладожской палии требует поддержания и контроля с помощью генетического мониторинга.

Ключевые слова: палия *Salvelinus alpinus*, искусственное воспроизводство, ПЦР, молекулярно-генетические методы, мтДНК.

Палия является одним из самых ценных промысловых видов рыб Ладожского озера. В работе Дятлова М.А. (2002) упоминается, что на Ладожском озере промысловое значение палии, в отличие от остальных лососевых рыб, сохранено, а значит возникает необходимость искусственного воспроизводства в целях сохранения и поддержания промыслового стада, что и осуществляется на Ладожском озере. Именно поэтому важен генетический контроль выпускаемой молодежи. Кроме того, что в результате многолетнего выращивания и воспроизводства рыб в искусственных условиях происходит потеря природного генетического полиморфизма, который необходим для поддержания жизнестойких популяций и стад. Снизить негативные эффекты возможно за счет генетических исследований посадочного материала при проведении мероприятий по воспроизводству.

Прежде всего, для сохранения генетического разнообразия необходимо: 1) сохранение генетического полиморфизма в уже существующих популяционных системах; 2) восстановление частично разрушенных популяций рыб; 3) создание новых популяций за счет формирования маточных стад. Все вышеперечисленные условия будут соблюдены при ведении рационального хозяйства, где будет обеспечиваться сохранение ресурсов за счет создания генетически обоснованной системы их эксплуатации, в особенности воспроизводства. Это значит, что сохраненное в условиях аквакультуры генетическое разнообразие видов рыб, а также генетический контроль выпускаемой молодежи крайне важны.

В данной работе был проведен поиск маркеров, позволяющих выявить различия в участках митохондриального генома проб палии (*Salvelinus alpinus*) выловленных в Ладожском озере. Был применен метод включающий три этапа.

1. Амплификация фрагментов мтДНК путем полимеразной цепной реакции, содержащих предполагаемые различия в виде точечных мутаций.

2. Обработка полученного ампликона соответствующей рестриктазой для идентификации различий в сайтах рестрикции участков мтДНК.

3. Разделение фрагментов рестрикции методом гель-электрофореза с последующей визуализацией электрофоретических профилей в проходящем УФ-свете.

Стоит отметить, что рестрикционный анализ был смоделирован на компьютере. Для этого были использованы участки *ND1-2*, *COXI*, *ND5-6*, *D-loop* мтДНК палии,

депонированные в GenBank. По результатам анализа были выбраны рестриктазы, выявляющие различия в виде точечных мутаций.

На основе полученных *in silico* данных были построены теоретические электрофореграммы фрагментов рестрикции ферментами. Затем были проведены эксперименты с подобранными рестриктазами.

Материалом для получения генетических характеристик послужили образцы ДНК проб образцов палии, выловленных в Ладожском озере в количестве 27 штук. Фиксация материала осуществлялась в 96% этаноле.

Выделение и очистка тотальной ДНК проведены солевым методом (Aljanabi, Martinez.1997). Исследовались 4 участка мтДНК, для амплификации которых использовались следующие праймеры указанные в Таблице 1.

Таблица 1. Праймеры, использованные в работе.

Участок мтДНК	Название праймера	Нуклеотидная последовательность	Температура отжига	Ссылка на авторов
16SRNA/ND1/ND2	Forward	5'-CCCGCCTGTTTACCAAAC -3'	55°C	Nilsson et al., 2001
	Revers	5'-GGTATGAGCCCGAAAGC -3'		
COXI	VF1d_t1	5'-TGTA AACGACGGCCAGTTCTCAACCAACCACAAR GAYATYGG -3'	57°C	Ivanova et al. 2006 Ward et al. 2005
	VF2_t1	5'-TGTA AACGACGGCCAGTCAACCAACCACAAAGAC ATTGGCAC-3'		
	FishF2_t1	5'-TGTA AACGACGGCCAGTCGACTAATCATAAAGAT ATCGGCAC -3'		
	FishR2_t1	5'-CAGGAAACAGCTATGACACTTCAGGGTGACCGAAG AATCAGAA -3'		
ND5-ND6	AJG-11	5'-AACAGCTCATCCATTGGTCTTAGG-3'	50°C	Garret et al., 2001
	AJG-16	5'-TTACAACGATGGTTTTTCATGTCA-3'		
D-loop	CR-f CR-r	5'-CCACTAGCTCCCAAAGCTA-3' 5'-ACTTTCTAGGGTCCATC-3'	54°C	Brzuzan, Ciesielski, 2002

Полимеразную цепную реакцию проводили в амплификаторе Biorad T100 MyCycler в 20 мкл реакционной смеси, содержащей 1 е.а Taq ДНК-полимеразы, 2,5 мкл 10 ×Taq-буфера (Диалат), 1 мМ каждого dNTP, 0,25 мкМ каждого праймера и около 50 нг геномной ДНК. Программа ПЦР, в зависимости от амплифицируемого фрагмента мтДНК, включала следующие этапы приведенные в Таблице 2.

Таблица 2. Программы ПЦР для праймеров использованных в работе.

Участок мтДНК, размер	16SRNA/ND1/ND2, ок.2000 п.н.	COXI, ок.690 п.н.	ND5-ND6, ок.2490 п.н.	D-loop, ок.1100 п.н.
Предварительная денатурация	95°C - 30 сек	95°C - 3 мин	95°C - 30 сек	94°C - 3 мин
Денатурация цепей	95°C - 20 сек	95°C - 30 сек	95°C - 15 сек	94°C - 30 сек

Отжиг праймеров	55°C - 20 сек	57°C - 30 сек	50°C - 15 сек	54°C - 30 сек
Элонгация	72°C - 2 мин 10 сек	72°C - 1 мин	72°C - 2 мин 10 сек	72°C - 1 мин 20 сек
Заключительный цикл элонгации	72°C - 5 мин	72°C - 5 мин	72°C - 5 мин	72°C - 5 мин
Завершение амплификации	10°C - ∞	10°C - ∞	10°C - ∞	10°C - ∞
Количество циклов амплификации	29	34	34	30

Реакцию рестрикции проводили в объеме 10 мкл. В состав рестрикционной смеси входил ПЦР-продукт - 5 мкл, буфер - 1 мкл и 0,02 ед. акт./мкл фермента. Инкубацию проводили в течение 16 ч в условиях, рекомендованных производителем (Сибэнзим).

Продукты рестрикции разделяли в 2% агарозном геле. Фрагменты ДНК в геле окрашивали бромистым этидием и фотографировали в проходящем ультрафиолетовом свете. В качестве молекулярного маркера длины нуклеотидного фрагмента использовали набор фрагментов ДНК, кратных 100 п. о.

Получены данные по поиску полиморфизма в 16S rRNA/*ND1/ND2* (2000 п.н.), *COXI* (567 п.н.), *ND5/ND6* (2490 п.н.) и контрольного региона (1097 п.н.). Для участка 16S rRNA/*ND1/ND2* были подобраны следующие рестриктазы: *HindIII*, *FriOI*, *Sau96I*, *PceI*, *DdeI*. При анализе выборки по данному фрагменту при помощи этих рестриктаз внутривидового полиморфизма обнаружено не было. Результаты совпадали со спектрами образцов палии из базы данных Genbank. Для участка *COXI* были подобраны ферменты: *ApaI*, *Bme18I*, *HaeIII*, *Sau96I*, где также внутривидового полиморфизма обнаружено не было, а спектры рестрикции совпадали с образцами палии из базы данных Genbank. При анализе фрагмента *ND5/ND6* в сайтах рестрикции к ферментам *BsrI* и *HaeIII* было выявлено 2 гаплотипа. Остальные подобранные рестриктазы: *AvaI*, *HinfI*, *Bme18I*, *BsaI*, *Kzo9I*, *Sau96I*, *HindIII*, *MvaI*, *MspI*, *RsaI* внутривидовой изменчивости не показали. Из перечисленных участков изменчивость выявлена в контрольном регионе в сайтах рестрикции к ферментам *DdeI* и *VspI*, где были выявлены 2 гаплотипа. Анализ при помощи ферментов *MspI* и *MvaI* на этом фрагменте не показал внутривидовых различий выборки палии.

Полученные данные свидетельствуют о невысоком уровне внутривидового полиморфизма палии. Выявленная изменчивость в двух фрагментах *ND5-6* и контрольном регионе может свидетельствовать о дивергенции филогенетических линий в далеком прошлом.

Для более широкого анализа изменчивости палии необходимо изучение ядерного генома. Микросателлитные маркеры могут обнаружить генетическую дифференциацию, которую невозможно обнаружить при изучении митохондриального генома.

Полученные данные при анализе митохондриального генома совместно с микросателлитным анализом, могут быть использованы для генетического мониторинга искусственного воспроизводства.

Работа выполнена частично за счёт средств гранта РФФ № 23-26-00258.

Список литературы

Дятлов Михаил Аксенович. 2002. Рыбы Ладожского озера: (Распространение, морфометрия, экология, промысл. использование): Монография / М. А. Дятлов; - Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, (РИО Карел. науч. центра РАН). - 280 с.

Aljanabi S.M. 1997. Universal and rapid salt extraction of high quality gnomonic DNA for PCR – based techniques. S. M. Aljanabi, I. Martinez. Nucl. Acids Res. Vol. 25 (20). 4692–4693.

Gharrett A.J., Gray A.K., Brykov V. 2001. Phylogeographic analysis of mitochondrial DNA variation in Alaskan coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Fishery Bulletin. –V. 99(4), 528 – 544

Genbank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>)

Применение иммуномодулятора Ронколейкин при выращивании арктического гольца в условиях бассейнового хозяйства Ленинградской области

М.И. Ковальчук¹, В.А. Назаров¹, Т.А. Нечаева²

¹ИП Романов, Ленинградская область Ломоносовский район, д. Лопухинка

²ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский аграрный государственный университет, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин,
e-mail: tamara.73@list.ru

Аннотация. В современной аквакультуре одним из новых эффективных методов борьбы с заболеваниями рыб является иммунокоррекция. Рекомбинантный интерлейкин-2 (Ронколейкин) активизирует адаптивный иммунитет. Применение этого препарата в рыбоводстве оказалось эффективно у молоди лососевых рыб (радужной форели и атлантического лосося). В 2023 г. в бассейновом хозяйстве (ИП Романов, Ленинградская область) Ронколейкин использовали при выращивании трехгодовиков арктического гольца. При сравнении морфо-биологических показателей контрольной и подопытной групп по критерию Стьюдента, выявлены достоверные различия по длине тела, по длине, высоте и обхвату хвоста, а также по длине головы. Коэффициент вариаций по большинству показателей ниже у подопытной группы, что свидетельствует о том, что рост в подопытной группе был более равномерным.

Ключевые слова: иммуномодуляторы, арктический голец, аквакультура, бассейновое рыбоводное хозяйство.

В современных рыбоводных хозяйствах возрастает роль витаминных добавок, пробиотиков и иммуномодуляторов, позволяющих осуществлять профилактику инфекционных болезней в аквакультуре, что показывают данные А. А. Айткалиевой, П. П. Головина и А. Д. Жандалгаровой (Айткалиева и др., 2020; Головин П. П. и др., 2008; Жандалгарова и др., 2018). При этом одним из новых эффективных методов борьбы с заболеваниями рыб является иммунокоррекция, для реализации которой необходимы препараты, имеющие иммунокорректирующую способность. Таким препаратом является рекомбинантный интерлейкин-2 (далее – «Ронколейкин»). «Ронколейкин» представляет собой полный структурный и функциональный аналог эндогенного IL-2. Интерлейкин-2 обеспечивает клеточную и гуморальную составляющую адаптивного иммунитета. Как свидетельствует ряд авторов, существует некоторый опыт применения этого препарата в рыбоводстве, давший положительный эффект у молоди радужной форели и атлантического лосося (Нечаева, Островский, 2009; Нечаева, 2011; Нечаева, 2013).

Хозяйство ИП «Романов» занимается выращиванием арктического гольца датского происхождения, адаптированного к искусственным условиям выращивания промышленных рыбоводных предприятий. Тем не менее, как и все лососевые рыбы, арктический голец очень требователен к качеству воды. И хотя водоисточник предприятия ИП Романов соответствует требованиям выращивания лососёвых рыб, весной и осенью, в период прохождения паводковых вод, возможно повышение органического загрязнения. Это неблагоприятно влияет на состояние рыб.

В 2023 г. в феврале – марте в ИП Романов были проведены исследования по применению препарата Ронколейкин у 3-х годовиков арктического гольца. Рыб содержали в бассейнах выростного цеха. В подопытной и контрольной группе было задействовано по 300 экз. рыб средней массой 2,5 кг. Препарат Ронколейкин вводили перорально с кормом путем орошения в дозировке 4000 МЕ на кг ихтиомассы курсом 3 дня в первое кормление. Было проведено последовательно 3 курса профилактического кормления, перерыв между курсами

составлял 10 дней. Бонитировка арктического гольца контрольной и подопытной групп в количестве 25 экз. была проведена по стандартной методике. В последующем результаты были подвергнуты статистической обработке с определением по каждому показателю средней арифметической с ошибкой и достоверность различий по критерию Стьюдента. Сотрудниками ФГБОУ РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева и Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН проведен прижизненный забор крови для дальнейших иммунологических исследований у 7 экз. контрольной и подопытной групп. Статистическая обработка данных позволяет представить морфо-биологическую характеристику обследованных рыб подопытной и контрольной групп (табл. 1, 2).

Таблица 1. Морфо-биологические показатели трехгодовиков арктического гольца контрольной группы при бонитировке, 25 экз.

Показатели	max	min	$x_{cp} \pm m_{cp}$	σ	$Cv, \%$
Масса, кг	3,9	1,7	2,8±0,08	0,4	14,3
Длина туловища L, см	52,0	41,0	46,7±0,38	1,9	4,0
Длина по Смитту, L _s (см)	57,5	46,0	51,0±0,67	2,0	3,9
Высота в области спинного плавника H, см	21,0	17,0	20,0±0,23	0,62	3,3
Обхват тела O, см	44,0	31,0	40,0±0,42	2,1	5,2
Длина хвоста, l _x	11,5	8,5	10,0±0,12	0,6	6,0
Высота хвоста, H _x	10,0	7,0	7,0±0,19	0,5	7,1
Обхват хвоста, O _x	16,0	11,0	13,8±0,16	0,8	5,7
Длина головы, С	14,0	11,0	11,3±0,10	0,5	4,4
Коэффициент упитанности по Фультону	7,5	4,1	5,9±0,12	0,6	10,1
Индекс прогонистости	2,5	2,4	2,4±0,05	0,01	0,4
Индекс обхвата	84,6	75,6	85,7±0,27	1,5	1,7

Таблица 2. Морфо-биологические показатели трехгодовиков арктического гольца подопытной группы при бонитировке, 25 экз.

Показатели	max	min	$x_{cp} \pm m_{cp}$	σ	$Cv, \%$
Масса, кг	4,0	2,0	2,9±0,06	0,3	10,3
Длина туловища L, см	54,0	46,0	49,6±0,46	1,3	2,4
Длина по Смитту, L _s (см)	59,0	51,0	52,1±0,28	1,4	2,6
Высота в области спинного плавника H, см	22,0	17,0	20,5±0,16	0,8	3,9
Обхват тела O, см	45,0	33,2	41,0±0,38	1,9	4,6
Длина хвоста, l _x	12,0	8,3	10,5±0,12	0,6	5,7
Высота хвоста, H _x	10,5	7,0	9,0±0,12	0,6	6,6
Обхват хвоста, O _x	17,0	13,0	14,5±0,14	0,7	4,8
Длина головы, С	14,0	11,0	12,0±0,10	0,5	4,1
Коэффициент упитанности по Фультону	7,4	4,3	5,8±0,10	0,5	8,6
Индекс прогонистости	2,4	2,7	2,4±0,01	0,05	2,0
Индекс обхвата	83,3	72,1	82,7±0,33	1,8	2,1

Сотрудниками ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН и Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН была выявлена активация эритропоеза, лейкопоеза и неспецифического звена клеточного иммунитета. Это свидетельствует о более высоком иммунном статусе гольцов экспериментальной группы.

Сравнение морфо-биологических показателей контрольной и подопытной групп арктического гольца по критерию Стьюдента, выявило достоверные различия по длине тела, по длине, высоте и обхвату хвоста, а также по длине головы. Эти показатели в подопытные группы достоверно выше, чем в контроле (разность достоверна при $p \leq 0,05$). Индекс обхвата в экспериментальной группе достоверно отличается от показателя в контрольной группе, и несколько ниже. Эти отличия могут быть вызваны большей активностью особей подопытной

группы. Коэффициент вариаций по большинству показателей ниже у подопытной группы. По массе тела C_v у подопытной группы ниже в 1,4 раза, по длине тела – в 1,6 раз, по длине по Смиуту – в 1,5 раза. Это свидетельствует о том, что рост в подопытной группе был более равномерным.

Для лососевых рыб значительную опасность представляет развитие некротических процессов. Развитие некроза в рыбоводных хозяйствах может быть связано с механическим воздействием и снижением иммунитета. На пораженных участках тела гольцов было обнаружено незначительное развитие грибковой инфекции (сапролегиниоз). В подопытной группе выявлено более активное развитие регенерации на поверхности тела и плавниках (на 10% выше, чем в контроле). На это указывает активация эритропоэза, лейкопоэза и неспецифического звена клеточного иммунитета (фагоцитоза).

Таким образом, анализ результатов экспериментальной работы показал улучшение состояния арктического гольца в подопытной группе. Об этом свидетельствует активное течение регенерационных процессов, более высокое содержание неспецифических иммунных комплексов и равномерный рост в экспериментальной группе арктических гольцов. Данный эффект был достигнут при проведении последовательно 3-х курсов профилактического кормления введением препарата Ронколейкин.

Список литературы

Айткалиева А.А., Альпеисов Ш.А., Ибажанова А.С. 2020. Сравнительная оценка морфофункционального состояния рыбопосадочного материала и товарной радужной форели при использовании кормов с добавлением препарата пробиотического действия. Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство 1: 131–137. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-1-131-137

Головин П.П., Головина Н.А., Романова Н.Н., Корабельникова О.В. 2008. Испытание в аквакультуре биологически активных препаратов, повышающих иммунофизиологический статус рыб. Рыбное хозяйство 4: 63-66. eLIBRARY ID: 117617275.

Жандалгарова А.Д., Поляков А.Д., Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н. 2018. Использование пробиотических препаратов с иммуномодулирующим действием для осетровых рыб при садковом выращивании. Известия Самарского научного центра Российской академии наук Т. 20, 2 (82): 107–111. eLIBRARY ID: 35289338

Нечаева Т.А., Островский М.В. 2009. Эффективность применения рекомбинантного интерлейкина-2 (Ронколейкин) в форелеводстве. Международный вестник ветеринарии 3: 43-49. eLIBRARY ID: 13616600

Нечаева Т.А. 2011. Применение рекомбинантного интерлейкина-2 (Ронколейкин) при выращивании молоди радужной форели. Актуальные вопросы ветеринарной биологии 4: 58-61. eLIBRARY ID: 17092241

Нечаева Т.А. 2013. Применение рекомбинантного интерлейкина-2 (Ронколейкина) при выращивании молоди атлантического лосося. Вопросы нормативно-правового урегулирования в ветеринарии 2: 15-19. eLIBRARY ID: 19315784

Развитие щитовидной железы в эмбриогенезе и постэмбриогенезе пеляди, нельмы и их гибрида

Е.А. Кондакова^{1,2}, П.В. Бабина², В.А. Богданова¹

¹Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГОСНИОРХ» им. Л.С. Берга), г. Санкт-Петербург

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург

e-mail: katekondakova1989@gmail.com

Аннотация. В сравнительно-гистологическом исследовании были получены данные о времени появления зачатка щитовидной железы и первого функционирующего фолликула в развитии *Coregonus peled*, *Stenodus leucichthys nelma* и их гибрида *C. peled* × *Stenodus leucichthys nelma*, организации ЩЖ и морфологии ее фолликулов, а также о выявленных аномалиях.

Ключевые слова: щитовидная железа, эмбриональное развитие, постэмбриональное развитие, *Coregonus peled*, *Stenodus leucichthys nelma*, *C. peled* × *Stenodus leucichthys nelma*.

Для развития и жизнедеятельности позвоночных, и, в частности, костистых рыб, тиреоидные гормоны имеют критически важное значение. Они принимают участие в большом количестве процессов, таких как осморегуляция, метаболизм, рост и репродукция; в числе главных функций гормонов житовидной железы (ЩЖ) – регуляция процессов эмбриогенеза и раннего постэмбрионального развития (Power et al., 2001). В настоящем исследовании были получены и проанализированы данные о морфологии ЩЖ и об изменениях некоторых ее характеристик в ходе развития у сиговых рыб: пеляди *Coregonus peled*, нельмы *Stenodus leucichthys nelma* и их гибрида *C. peled* × *Stenodus leucichthys nelma* от поздних эмбриональных до ранних мальковых стадий. Было предположено, что взаимодействие родительских геномов при межродовой гибридизации может обуславливать отличия в развитии и морфофункциональной организации ЩЖ гибридов по сравнению с родительскими видами (Andreeva, 2007).

Инкубация икры и выращивание молоди сиговых рыб проходило на рыбноводном хозяйстве «Форват» (оз. Суходольское, Ленинградская область). Родоначальниками исследуемой молоди были производители доместичированных маточных стад. Икра была получена в нерестовый период 2016-2017 гг. Инкубацию проводили в аппаратах Вейса; эмбриональное развитие заняло 4-5 месяцев при преобладающей температуре +0,2 °С. После вылупления молодь содержали в бассейнах (0,7х4,2х0,5 м). Инкубация икры и выращивание ранней молоди проходили при естественном температурном режиме. Зародыши и личинки были зафиксированы жидкостью Буэна. Серийные парафиновые срезы окрашивали гематоксилином Карацци и эозином. Подсчитывали общее количество фолликулов щитовидной железы у каждой особи, а также измеряли линейные размеры фолликулов и высоту тиреоцитов.

У зародышей *C. peled* был отмечен выделяющийся из ростральной энтодермы эпителиальный зачаток ЩЖ. Уже отделившийся округлый зачаток ЩЖ, без полости или с небольшой полостью без содержимого, был показан у всех объектов. Первые функционирующие фолликулы ЩЖ обнаруживаются у *Coregoninae* в позднем эмбриогенезе: у *C. peled* в возрасте 90 дней после оплодотворения (70,3% от всей продолжительности эмбриогенеза), 97 дпо у *S. leucichthys nelma* (53,9%), у *C. peled* × *Stenodus leucichthys nelma* 131 дпо (71,2%). Таким образом, у *S. leucichthys nelma* функционирующие фолликулы появляются раньше, чем у *C. peled*, а гибрид больше похож на материнскую форму.

На стадии вылупления (0 дпв, дней после вылупления) среднее количество фолликулов составляло 4 у *C. peled*, 13 у *S. leucichthys nelma* и 7 у их гибрида. Таким образом, можно предположить, что по числу фолликулов ЩЖ на момент вылупления гибрид *C. peled* × *Stenodus leucichthys nelma* занимает промежуточное положение между родительскими видами.

Строение и локализация ЩЖ у Coregoninae на всех рассмотренных в данной работе стадиях соответствует наиболее распространенному для костистых рыб типу (Chanet & Meunier, 2014): диффузная организация ЩЖ, при которой обособленные не инкапсулированные фолликулы рассеяны вдоль вентральной аорты в нижней челюсти. Эктопические фолликулы (в почке, перикарде и других структурах) обнаружены не были.

В работе было отмечено два случая необычной морфологии ЩЖ, которые можно считать аномалиями. В обоих случаях это были личинки *C. peled* × *Stenodus leucichthys nelma*, в возрасте 0 дпв и 14 дпв (рис. а, б). И в обоих случаях, по одной особи из каждой выборки имели один необычно большой, по сравнению с остальными на этих стадиях, фолликул ЩЖ (большой диаметр составлял 101,17 μm и 79,82 μm соответственно). Помимо необычно крупного фолликула у этих двух личинок также присутствовало по паре фолликулов ЩЖ с типичной морфологией.

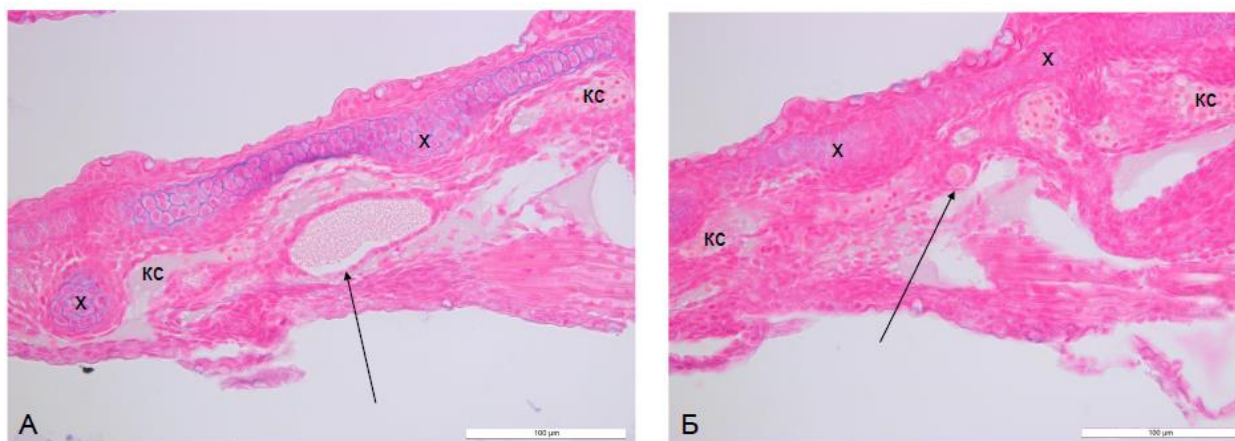


Рисунок. Щитовидная железа *C. peled* × *Stenodus leucichthys nelma* на стадии вылупления, стрелками показаны: (а) аномальный фолликул; (б) нормальный фолликул; х – хрящ, кс – кровеносный сосуд.

На ранних мальковых стадиях отмечалось значительное варьирование размеров и форм фолликулов ЩЖ, а вблизи сосудов и рядом с фолликулами наблюдались крупные меланофоры.

Результаты работы дополняют представления о развитии ЩЖ и разнообразии ее организации у костистых рыб. Полученные данные могут быть использованы в дальнейших исследованиях регуляции физиологических процессов в эмбриогенезе и раннем постэмбриогенезе сиговых рыб.

Благодарности. Авторы благодарят ресурсный центр Санкт-Петербургского государственного университета «Развитие молекулярных и клеточных технологий».

Список литературы

Andreeva A. M. 2007. Specific features of expression of aspartate aminotransferase genes in early development of some cyprinid fishes and their intergeneric F1 hybrids. *Russian Journal of Developmental Biology* 38: 35-41. DOI: 10.1134/S1062360407010055

Chanet B., Meunier F. J. 2014. The anatomy of the thyroid gland among "fishes": phylogenetic implications for the Vertebrata by. *Cybium: Revue Internationale d'Ichtyologie* 38(2): 90-116. DOI: 10.26028/cybium/2014-382-002

Power D. M., Llewellyn L., Faustino M., Nowell M. A., Björnsson B. T., Einarsdóttir I. E., A.V.M Canario, Sweeney G. E. 2001. Thyroid hormones in growth and development of fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 130(4), 447-459. [https://doi.org/10.1016/S1532-0456\(01\)00271-X](https://doi.org/10.1016/S1532-0456(01)00271-X)

Сравнительный анализ паразитофауны густеры *Blicca bjoerkna* (Cyprinidae) двух водотоков дельты р. Волга

А.В. Конькова, Е.А. Овчинникова, Л.Р. Бакаева, Д.Р. Файзулина,
Ю.М. Ширина, И.А. Богатов

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева
(ФГБОУ ВО «АГУ им. В.Н. Татищева»), г. Астрахань
e-mail: avkonkova@yandex.ru

Аннотация. Результаты полного паразитологического анализа 32 половозрелых особей густеры, выловленных летом 2023 г. в двух водотоках дельты р. Волги Астраханской области Российской Федерации - в ер. Тимошкин (у с. Евпраксино Приволжского района) и р. Волге (правый берег у с. Солянка Наримановского района) - свидетельствовали о том, что состав и численность паразитофауны обеих групп рыб значительно не отличись. Суммарно выявлено 11 видов паразитов четырех систематических групп со схожей степенью поражения. Отмеченные паразитические организмы не провоцировали развития заболеваний у рыб и находились со своими хозяевами на уровне бессимптомного паразитоносительства. В целом полученные данные могут говорить о равномерном распределении паразитов карповых рыб на акватории дельты р. Волга.

Ключевые слова: густера, паразитофауна, дельта Волги, карповые рыбы.

В водоемах с нестабильным гидрологическим режимом представляет особый интерес изучение взаимоотношений различных групп водных биологических ресурсов и проведение их сравнительного анализа на различных участках исследуемой акватории, в том числе с использованием паразитологических методов, позволяющих оценить, как физиологический потенциал самих рыб (наличие заболеваний), так их пищевую пригодность для человека и теплокровных животных (наличие паразитов санитарной группы). Владение актуальной информации и понимание происходящих процессов позволит спрогнозировать эколого-биологическую ситуацию в водоемах, в первую очередь, имеющих рыбохозяйственное назначение. В связи с этим было проведено изучение паразитофауны густеры *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) (Cyprinidae) в разных районах дельты р. Волга, результаты которого легли в основу данной работы.

Материалом для настоящей публикации послужили результаты полного паразитологического обследования 32 особей густеры, выловленных летом 2023 г. в двух водотоках дельты р. Волги, расположенных в Астраханской области: в ерике Тимошкин (у с. Евпраксино Приволжского района, в координатах 46°14'15" с. ш., 48°11'38" в. д.) и в р. Волге (правый берег у с. Солянка Наримановского района, в координатах 46°22'57" с. ш., 48°00'21" в. д) (рис. 1а). Отлов рыбы производили спиннинговой снастью с грузилом для донной ловли. Выловленные рыбы в охлажденном виде были доставлены в научно-испытательную лабораторию ихтиопатологических исследований и комплексной апробации препаратов Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева для камеральной обработки. Размерно-весовые показатели и возраст рыб (табл. 1) определяли на основе методик по изучению карповых рыб (Правдин, 1966; Инструкции, 2011). Сбор и обработку паразитологического материала проводили по общепринятым методикам (Лабораторный практикум по..., 1983; Быховская-Павловская, 1985) с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10М и биологического микроскопа Olympus CX 43. Обследованию были подвергнуты слизь, кожные покровы, плавники, глаза, жабры, брюшная полость, желудочно-кишечный тракт, печень, желчный пузырь, гонады, селезенка, сердце, почки, мышечная ткань, скелет, головной мозг, кровь. Паразитологические индексы, указаны в соответствии с общепринятой методикой: экстенсивность инвазии (ЭИ) соответствует "prevalence",

интенсивность инвазии (ИИ) – "intensity", средняя интенсивность инвазии (СИИ) – "mean intensity", индекс обилия (ИО) – "abundance" (Bush et al., 1997). Статистический анализ данных проводили в виде описательной статистики. Данные представлены как среднее значение (M) ± стандартная ошибка (m), различия считались достоверными согласно параметрическому критерию Стьюдента ($p < 0,05$).

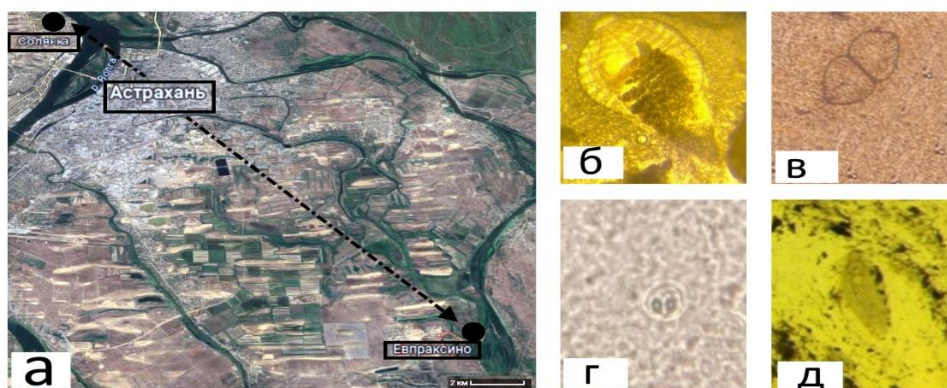


Рисунок. Паразитологический анализ густеры в дельте р. Волги летом 2023 г.: а – схема (точками обозначены места отбора проб); б – трематода *Aspidogaster limacoides*; в – глохидии *Unio* sp.; г – микроспория *Muxobolus* sp., д – трематода *Tylodelphys clavata*

Таблица 1. Биологическая характеристика половозрелых особей густеры *Blicca bjoerkna* (Cyprinidae), выловленных в двух водотоках дельты р. Волга летом 2023 г.

Признак	Место отбора проб	
	ер. Тимошкин (у с. Евпраксино), n = 16	р. Волга (правый берег у с. Солянка), n = 16
Длина абсолютная, см	18,65 ± 0,52	21,37 ± 0,44*
Длина промысловая, см	14,63 ± 0,44	16,73 ± 0,26*
Масса с внутренностями, г	81,13 ± 7,14	129,00 ± 6,11*
Масса без внутренностей, г	65,00 ± 5,79	113,0 ± 5,30*
Пол, стадия зрелости гонад	♀ III ♀ IV, ♂ IV	♂ IV
Возраст	4	4

*различия достоверны ($p < 0,05$)

В результате проведенных работ у обследованных рыб суммарно выявлено 11 видов паразитов, относящихся к 4 систематическим группам (табл. 2, рис. 1б-д). Уровень зараженных рыб в ер. Тимошкин составил 93,75 %, в р. Волга - 100 %. В количественном и качественном отношении доминировали трематоды, среди которых самой распространенной была трематода *Paracoenogonimus ovatus*. Уровень инвазии рыб микроспоридиями *Muxobolus* sp. и трематодами *Tylodelphys clavata* (син. *Diplostomum clavatum*) в р. Волга, был достоверно выше по сравнению с рыбами в ер. Тимошкин, в свою очередь инвазия трематодой *Aporhalls muehlingi* - у рыб в ер. Тимошкин достоверно выше у рыб из р. Волга. Видовой состав паразитов был схожим. Исключение составили некоторые виды трематод и моллюсков, выявленные в одном из водоемов. Так, например, только у 6,25 % густеры в ер. Тимошкин была отмечена трематода *Aspidogaster limacoides* с единичной степенью инвазии. Считается, что истинными хозяевами *A. limacoides* являются двустворчатые моллюски *Dreissena polymorpha*, *Adacna* sp., *Cardium* sp. (пищевые объекты бентосоядных карповых рыб), при этом было доказано, что полное развитие трематоды проходит в моллюсках, а рыбы - факультативные хозяева, не играющие никакой роли в ее жизненном цикле (Жохов, Пугачева, 2001). В свою очередь распространение аспидогастра по р. Волге неразрывно связано с продвижением моллюсков р. *Dreissena* и сем. Unionidae (Ройтман и др., 1981; Жохов, Пугачева, 2001). Это подтверждают и данные настоящего исследования, так как на жабрах густеры только в выборке того же ерика были отмечены глохидии р. *Unio* (табл. 2).

Район отбора проб рыб в р. Волга у с. Солянка находился рядом с границами г. Астрахани и его технической инфраструктурой (рядом расположен порт и проходят основные водные транспортные пути), с. Тимошкин – наоборот удален от города и находится в естественной природной среде, что могло вызвать предположение о том, что в последнем водоеме разнообразие и численность паразитов у рыб должно быть выше, однако полученные данные свидетельствуют о равномерном распределении паразитических организмов на всей акватории дельты р. Волга.

Таблица 2. Паразитофауна половозрелых особей густеры *Blicca bjoerkna* (Cyprinidae), выловленных в двух водотоках дельты р. Волга летом 2023 г.

Вид паразита, систематическая группа	Стадия	Локализация	Место отбора проб			
			с. Тимошкин (у с. Евпраксино), n = 16		р. Волга (правый берег у с. Солянка), n = 16	
			ЭИ (ИО)	ИИ (СИИ)	ЭИ (ИО)	ИИ (СИИ)
Простейшие (Protozoa)						
<i>Myxobolus</i> sp.	1	П	43,75 (4,75)*	1-42 (10,86)	62,50*** (3,88)	1-16 (6,20)
Трематоды (Trematoda)						
<i>Apophallus muehlingi</i>	1	Пл	81,25*** (39,56)	1 (1,00)	25,00 (0,44)	1-3 (1,75)
<i>Aspidogaster limacoides</i>	a	К	6,25 (0,06)	1 (1,00)	-**	-
<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	1	М	81,25 (21,44)	1-168 (26,38)	81,25 (5,88)	1-29 (7,23)
<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	1	Пл	31,25 (4,69)	3-59 (15,00)	37,50 (2,69)	1-13 (7,17)
<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	1	ПлМ	81,25 (26,13)	5-168 (32,15)	81,25 (8,56)	1-33 (10,53)
<i>Tyloodelphys clavata</i> (сйн. <i>Diplostomum clavatum</i>)	1	Г	31,25 (1,06)	1-5 (3,40)	87,50*** (3,79)	1 (3,31)
<i>Tetracotyle</i> sp.	1	С	25,00 (0,25)	1 (1,00)	1,25 (0,06)	1 (1,00)
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	1	М	-	-	18,75 (0,31)	1-3 (1,67)
Нематоды (Nematoda)						
<i>Nematoda</i> sp.	1	ВН	1,25 (0,19)	1-2 (1,50)	-	-
<i>Eustrongylides excisus</i>	1	ВН	6,25 (0,19)	3 (3,00)	6,25 (0,06)	1 (1,00)
<i>Anisakis</i> sp.	1	ВН	6,25 (0,06)	1 (1,00)	12,50 (0,38)	2-4 (2,00)
Моллюски (Mollusca)						
<i>Unio</i> sp.	1	Ж	6,25 (0,06)	1 (1,00)	-	-
<i>Unio</i> sp.	1	Пл	1,25 (0,13)	1 (1,00)	-	-
<i>Unio</i> sp.	1	ЖПл	1,25 (0,19)	1 (1,00)	-	-

*экстенсивность инвазии (ЭИ, %), индекс обилия (ИО, экз.) интенсивность инвазии (ИИ мин - ИИ макс, экз.), средняя интенсивность инвазии (СИИ, экз.), а – adult (половозрелая особь паразита), l – larva (личиночная стадия паразита), К – кишечник, Ж – жабры, Пл – плавники, М – мышцы, ПлМ - плавник и мышцы суммарно, ЖПл – жабры и плавники суммарно, ВН – внутренние органы, П – почки, Г – глаза, С – сердце, ** - паразит не зарегистрирован; *** - различия достоверны (p<0,05).

Таким образом, результаты проведенной работы свидетельствовали о том, что состав паразитофауны у обследованных особей густеры, обитающих в двух разноудаленных от г. Астрахани водотоках, не претерпевал значительных изменений. У обеих групп рыб выявлены аналогичные виды паразитов со схожей степенью поражения. Отмеченные паразитические организмы не провоцировали развития заболеваний у рыб и находились со своими хозяевами на уровне бессимптомного паразитоносительства. В целом полученные данные могут говорить о равномерном распределении паразитов рыб на всей акватории дельты р. Волга.

Список литературы

- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Л., Наука, 121 с.
 Жохов А.Е., Пугачева М.Н. 2001. Паразиты-вселенцы бассейна Волги: история проникновения, перспективы распространения, возможности эпизоотий. Паразитология. Т. 35 (№. 3), С. 201-212.

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.

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

Ройтман В.А., Воейков Ю.А., Спирин С.А. Обнаружение *Aspidogaster limacoides* (Diesing, 1834) у рыб Рыбинского водохранилища. 1981. Паразитология. Т. 15. (4). С. 332-337.

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

Исследование методом ДНК-комет клеток крови молоди стерляди в условиях аквакультуры

А.В. Конькова, Д.Р. Файзулина, Ю.М. Ширина, И.А. Богатов

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева
(ФГБОУ ВО «АГУ им. В.Н. Татищева»), г. Астрахань
e-mail: avkonkova@yandex.ru

Аннотация. В качестве экотоксикологического мониторинга и для оценки степени повреждения ДНК клеток крови стерляди при ее искусственном выращивании был проведен анализ ДНК-комет. Средние показатели (доля ДНК в хвосте – 6,28 %, момент хвоста - 0,70, момент Оливе 2,22, длина хвоста 1,81 пкс) были не высокими. Это может свидетельствовать о том, что мутагенная нагрузка внешней среды вод дельты р. Волги в момент исследования была относительно низкой. Системы репарации ДНК в клетках крови молоди стерляди не имеют явно выраженных нарушений.

Ключевые слова: стерлядь, аквакультура, ДНК-комет, клетки крови.

В связи с сокращением природных запасов осетровых рыб в Каспийском бассейне до критического низкого уровня, единственный путь восстановления и сохранения генофонда этих реликтовых видов рыб – успешное развитие аквакультуры. К основным направлениями аквакультуры осетровых рыб можно отнести искусственное воспроизводство и товарное выращивание (Васильева, Судакова, 2018). Однако, было установлено, что товарное выращивание в садках может приводить к ухудшению качества воды, донных отложений, наряду с природным загрязнением естественных водоемов, и, как следствие, в суммарном счете негативно влиять на рыб, особенно при их эмбриональном развитии и на развивающуюся молодь (Hallare et. al., 2009). Воздействие загрязнителей можно наблюдать не только на уровне популяций рыб, но и в большей степени на молекулярном и генетическом уровнях (Hallare et. al., 2016). Для мониторинга возможных изменений подобного рода особое значение приобретают генотоксические исследования, позволяющие оценить повреждение ДНК, вызванное негативными экзогенными или эндогенными факторами. Одним из наиболее распространенных из таких методов является анализ ДНК-комет. Сильной стороной кометного анализа является распознавание начального и/или острого повреждения ДНК в тканях-мишенях, например в клетках крови, при отсутствии каких-либо клинических признаков стресса или токсичности, а так же понимание актуальности воздействия генотоксичных поллютантов на биоценоз в целом (Martins, Costa, 2015; Vasquez, 2010). Клеточные механизмы восстановления повреждений ДНК высоко консервативны у позвоночных, однако, отмечается видоспецифичность процессов репарации повреждений ДНК (Eisen, Hanawalt, 1999). Таким образом, выявление повреждения ДНК при выращивании осетровых рыб в условиях садкового хозяйства является задачей как для экотоксикологического мониторинга, так и для пополнения научных знаний по оценке стабильности генома стерляди при ее искусственном воспроизведении.

Материалом для данного исследования явилась молодь стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) в условиях рыбоводного хозяйства КФХ Ю.С. Полякова (Астраханская область, Икрянинский район). Биологический материал был собран и обработан в июле 2023 г. Молодь рыб была получена от икринки и проинкубирована на хозяйстве весной 2023 г., в момент исследований средняя масса обследованных особей составила $3,2 \pm 0,9$ г, абсолютная длина – $9,1 \pm 1,1$ см. Молодь на предприятии содержали в бассейнах, вода в которые поступала прямококом из р. Хурдун (дельта р. Волга), где отдельно располагаются садки для выращивания старших групп рыб. У молоди стерляди были взяты образцы крови прижизненным методом с помощью инсулинового шприца из

хвостового гемального канала. Сразу после отбора крови был проведен щелочной метод ДНК-комет (Singh et. al., 1988). Для каждой особи просматривали по 100 клеток крови и с помощью программы TriTek CometScore 2.0.0.38 (TriTek Corp. <http://tritekcorp.com>) оценивали уровень повреждения ДНК. Для этого использовали следующие параметры: доля ДНК в хвосте кометы (%), момент хвоста (произведение длины хвоста на долю ДНК в хвосте кометы), момент Оливе (произведение доли ДНК в хвосте на разность средней длины хвоста и средней длины головы кометы) и длину хвоста кометы (расстояние от центра ядра до кончика хвостата кометы) (Olive, Vanáth, 2006).

Результаты генотоксических исследований клеток крови молоди стерляди, полученные методом ДНК-комет, представлены в таблице.

Таблица. Показатели ДНК-комет клеток крови стерляди в условиях рыбоводного хозяйства КФХ Ю.С. Полякова в июле 2023 г.

Наименование показателя	Доля ДНК в хвосте, %	Момент хвоста	Момент Оливе	Длина хвоста, пкс
Значение	6,28±0,31	0,70±0,17	2,22±0,17	1,81±0,22

Метод ДНК-комет чувствителен к большому спектру нарушений ДНК, включая одно- и двухцепочечные разрывы, апуриновые/апиримидиновые сайты и другие. Высокий уровень повреждений ДНК может свидетельствовать как о высокой мутагенной нагрузке, так и о снижении репарационной активности (Мейер и др., 2020). Средний показатель доли ДНК в хвосте комет клеток крови молоди стерляди был невысоким (табл.). Так ранее было установлено, что у особей стерляди на ранних этапах развития при содержании в оптимальных условиях (контроль) доля ДНК в хвосте кометы не превышает 11 % (Gazo et. al., 2021).

Показатель момент Оливе описывает насколько разнородны в отношении повреждения ДНК проанализированные клетки. У молоди стерляди этот показатель так же был не высоким, что можно наглядно оценить на микрофотографиях ДНК-комет клеток крови стерляди (рис.). Подавляющее большинство клеток не имело оформленных комет, а характеризовалось наличием гало вокруг головы кометы, что свидетельствует о низком повреждении ДНК. Однако клетки с сильным повреждением ДНК присутствовали и они отличались хорошо оформленной кометой (рис.).

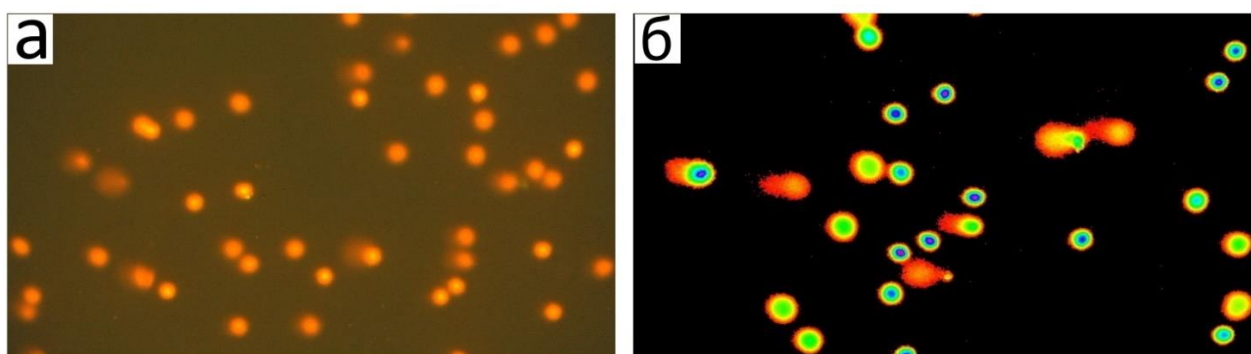


Рисунок. Визуализация ДНК-комет клеток крови стерляди: а - микрофотография увеличение 20x100; б - микрофотография в программе TriTek CometScore 2.0.0.38.

Исследуя показатели ДНК-комет эритроцитов крови *Labeo rohita* (доля ДНК в хвосте, момент хвоста, момент Оливе), собранных из сильно загрязненных (31,77%, 11,94, 9,19 соответственно) участков реки Ченаб (Пакистан) и рыб этого же вида при выращивании в условиях фермы (4,61 %, 0,35, 0,88 соответственно) Hussain В. с соавт. (2018) получили достоверную разницу в данных, свидетельствующую о гораздо меньшем масштабе

повреждения ДНК клеток крови у рыб искусственного содержания. То есть сравнивая с данными, полученными в ходе настоящей работы можно оценить условия выращивания молоди стерляди на обследуемом предприятии аквакультуры в дельте р. Волги как вполне благополучные в момент проведения анализа.

Таким образом, результаты проведенной работы свидетельствуют о том, что мутагенная нагрузка внешней среды вод дельты р. Волги на молодь стерляди, как ценного объекта аквакультуры, в момент проведенных исследований была относительно низкой. Системы репарации ДНК в клетках крови молоди стерляди не имели явно выраженных нарушений. Однако, нельзя проигнорировать наличие единичных клеток со значительным повреждением ДНК (с долей её в хвосте более 20 %).

Исследование выполнено в рамках и при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 23-26-00151 «Разработка и внедрение высокоточного метода прижизненной оценки генотоксических эффектов у объектов аквакультуры для своевременной коррекции их физиологического состояния на основе применения микроядерного теста и теста ДНК-комет», <https://rscf.ru/project/23-26-00151/>.

Список литературы

Васильева Л. М., Судакова Н. В. Пути развития аквакультуры осетровых рыб на современном этапе. 2018. Астраханский вестник экологического образования. 5(47): 66-76.

Мейер А. В., Толочко Т. А., Минина В. И., Тимофеева А. А., Ларионов А. В. Комплексный подход к оценке генотоксичности производственных факторов угольных шахт. 2020. Генетика. 56(5): 584-591. DOI: 10.31857/S0016675820050100.

Eisen J., Hanawalt P. A phylogenomic study of DNA repair genes, proteins, and processes. 1999. Mutation Research/DNA Repair. 435(3): 171-213. DOI: 10.1016/s0921-8777(99)00050-6.

Gazo I., Franěk R., Šindelka R., Lebeda I., Shivaramu S., Pšenička M., Steinbach C. Ancient sturgeons possess effective dna repair mechanisms: influence of model genotoxicants on embryo development of sterlet, *Acipenser ruthenus*. 2021. International journal of molecular sciences. 22(1): 1-6. DOI: 10.3390/ijms22010006

Hallare A. Tayo, P. Ocampo, K. Balolong, M. Genotoxic stress induced by intensive aquaculture activities in Taal Lake (Philippines) on circulating fish erythrocytes using comet assay and micronucleus test. 2016. Advances in Environmental Biology. 10(1): 273-283

Hallare A., Factor P., Santos E. Impact of fish cage aquaculture on Taal Lake (Philippines) water and sediment quality as assessed by zebrafish embryo assay. 2009. Philippine Journal of Science. 138(1): 91-104.

Hussain B., Sultana T., Sultana S., Masoud M., Ahmed Z., Mahboob Sh. Fish eco-genotoxicology: Comet and micronucleus assay in fish erythrocytes as in situ biomarker of freshwater pollution. 2018. Saudi Journal of Biological Sciences. 25(2): 393-398. DOI: 10.1016/j.sjbs.2017.11.048. DOI: 10.1016/j.sjbs.2017.11.048

Martins M., Costa P. The comet assay in Environmental Risk Assessment of marine pollutants: applications, assets and handicaps of surveying genotoxicity in non-model organisms. 2015. Mutagenesis. 30(1): 89-106. DOI: 10.1093/mutage/geu037

Olive P., Banáth J. The comet assay: a method to measure DNA damage in individual cells. 2006. Nature protocols. 1(1): 23-29. DOI: 10.1038/nprot.2006.5.

Singh N.P., McCoy M.T., Tice R.R., Schneider E.L. 1988. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. Exp. Cell Res. 175(1): 184-191. DOI:10.1016/0014-4827(88)90265-0

Vasquez M. Combining the in vivo comet and micronucleus assays: a practical approach to genotoxicity testing and data interpretation. 2010. Mutagenesis. 25(2): 187-199. DOI:10.1093/mutage/gep060

Традиционные и современные подходы в оценки зарастания водных объектов высшей водной растительностью

А.И. Кочеткова^{1,2}, Е.С. Брызгалова^{1,2}

¹Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Волгоград

²Волжский филиал ВолГУ, г. Волжский

e-mail: aikochetkova@mail.ru

Аннотация. Гидрботанические исследования, их планирование и реализация, в условиях динамично развивающихся информационных технологий, выходят на новый уровень их выполнения. В частности, наблюдается значительный прогресс в оценке зарастания мелководий водных объектов высшей водной растительностью. Это проявляется в использовании географических информационных систем и методов дистанционного зондирования Земли из космоса. В связи с этим, в статье рассмотрены традиционные и современные подходы в оценки зарастания водных объектов высшей водной растительностью.

Ключевые слова: высшая водная растительность, зарастание мелководий, методы гидрботаники, географические информационные технологии, дистанционное зондирование Земли из космоса.

Гидрботанические исследования высшей водной растительности (ВВР) являются важной составляющей при проведении комплексной оценки состояния водных объектов. Они реализуются согласно общепринятым методикам А.П. Белявской (1979), В.Г. Папченкова (1979) и В.М. Катанской (1981), в дальнейшем дополненными и усовершенствованными В.Г. Папченковым (2003 а, б; 2006).

Исследования высшей водной растительности включают в себя: а) картографирование и геоботаническое описание растительности; б) отбор проб растений для определения сырой и надземной воздушно-сухой биомассы в период максимальной физиологической активности ВВР (июль, август). Одновременно с гидрботаническими работами, как правило, осуществляется батиметрическая съемка, определение координат на местности с помощью GPS.

Изучение и картографирование процесса зарастания проводится с лодки маршрутным методом на репрезентативных участках, которые отражают различные биотопы. Оно включает в себя сплошное оконтуривание растительных группировок с помощью GPS-приёмников с фиксированием видов доминантов, проективного покрытия, глубины, мест отбора проб, а также фотографирование сообществ в фиксированных GPS-приёмником точках, что значительно помогает при камеральной обработке результатов (Лабутина, Серапинас, 2000; Кузьмин и др., 2005; Высоцкий и др., 2012).

Для определения проективного покрытия и взятия укосов на воздушно-сухую биомассу используют деревянные квадратные рамы площадью 0,25 м² различного типа. Одна рамка с натянутой масштабной сеткой с длиной ячейки 10 см для оценки проективного покрытия гидрофитной растительности, другая без сетки для взятия укосов. Укосы отбирались в хлопчато-бумажные мешки с помощью косы с коротким лезвием. Как правило, отбираются укосы гелофитной и гидрофитной растительности. При изучении первичной продуктивности водоема используют рекомендации И.П. Распопова (1973) для перевода фитомассы в годовую продукцию.

Проективное покрытие высшей водной растительности оценивается по классификации В.Г. Папченкова (2001), выделяющего 4 класса, где 1 класс имеет проективное покрытие до 30 %, 2 класс – 31-60 %, 3 класс – 61-90 %, 4 класс – 91-100 %, соответственно.

Оценка степени зарастания водных объектов ВВР проводится согласно рекомендациям В.Г. Папченкова (1999, 2001), который выделяет 8 классов степени зарастания: 1) не заросшие или почти не заросшие участки акватории – площадь зарослей менее 1 % от площади акватории; 2) очень слабо заросшие – 1-5 %; 3) слабо заросшие – 6-10 %; 4) умеренно заросшие – 11-25 %; 5) значительно заросшие – 26-40 %; 6) сильно заросшие – 41-65 %; 7) очень сильно заросшие – 66-95 %, 8) сплошь заросшие – 96-100 %.

С целью повышения эффективности сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных, в т.ч. характеризующих зарастание ВВР, на камеральном этапе применяются методы геоинформационных систем (ГИС) и дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ) и соответствующее программное обеспечение (ArcGIS 10.2 и ScanEX IMAGE Processor 3.6.8).

Для картографического обеспечения работ по изучению зарастания водных объектов ВВР используются общедоступные геоинформационные ресурсы, топографические и тематические карты, в т.ч.:

- топографические и тематические карты на электронном и бумажном носителях;
- публичная кадастровая карта;
- сканерные многозональные космические снимки среднего разрешения съемочной системы Landsat, полностью покрывающие водный объект;
- Google Earth, содержит архив снимков высокого разрешения, с помощью которых можно выявить природные и антропогенные факторы, действующие в пределах ключевых участков.

Для оценки зарастания мелководий водных объектов высшей водной растительностью методом ДЗЗ используются космические снимки Landsat (MSS, TM, ETM+, OLI). Снимки не позволяют в полной мере распознавать структуру сообществ ВВР, но обеспечивают надежное определение их распространения, а потому могут служить источником для картографирования и выявления многолетних изменений (Кравцова, 2004).

Наилучшую видимость высшей водной растительности обеспечивает синтез каналов 6-5-4 (MSS), 4-3-2 (TM, ETM+) и 5-4-3 (OLI). При таких условиях ВВР окрашивается в ярко красный цвет в искусственном синтезе, в котором растительные сообщества представлены многообразием оттенков красного цвета (Кравцова, 2004; Высоцкий и др., 2012; Кочеткова и др, 2018, 2022). Корректность результатов дешифрирования проверялась авторами по данным полевого картографирования репрезентативных участков зарастания в ходе полевых исследований. Так, сравнительный анализ данных по зарастанию акватории Волгоградского водохранилища за июль 2010 г., полученных в результате полевых исследований и дешифрированию космических снимков за аналогичный временной период, показал расхождение результатов в среднем на 8.6 %, что составляет 31049 м² (табл. 1). Методика оценки зарастания высшей водной растительностью дистанционными методами исследования была апробирована в диссертационном исследовании А.И. Кочетковой (2013). Выделение высшей водной растительности в программе ScanEX IMAGE Processor реализуется методом ISODATA.

Таблица 1. Соотношение зарастания заливов Волгоградского водохранилища по данным натурных наблюдений и дешифрирования космических снимков за 2010 г. (Кочеткова и др., 2022)

Наименование залива Волгоградского водохранилища	S зарастания по данным натурных наблюдений, м ²	% зарастания от акватории по натурным наблюдениям	S зарастания по данным ДЗЗ, м ²	% зарастания от акватории по ДЗЗ
Залив Томатный	36151	96	27372	72,7
Залив Мордовский	174094	47	73903	20,0
Залив Нижний Ураков	195709	36	92814	24,2
Залив Даниловка	83551	31	40311	19,0
Залив Суводский	40509	25	37268	23,0
Залив Другалка	4109	10	5972	14,0

Карагачев	64052	26	69718	28,3
Карагачева балка	46491	23	48917	24,2

Таким образом, совместное использование традиционных и современных технологий в оценки зарастания водных объектов высшей водной растительностью позволяет повысить эффективность научно-исследовательских работ. Процесс картографирования зарастания ВВР мелководий с помощью ГИС технологий и методов ДЗЗ повышает качество результатов, особенно в получении морфометрических параметров, делает возможным их визуализацию с помощью создания тематических карт, а также позволяет дополнить временные ряды исследования ретроспективными данными и организовать их хранение в виде базы данных.

Список литературы

Белявская А.П. 1979. К методике изучения водной растительности // Ботанический журнал. Т. 64. № 1. С. 32–41.

Высоцкий Ю. М., Мартыненко В. П., Мерзвинский Л. М. 2012. Использование ГИС-технологий для создания электронных карт ООПТ и изучения динамики зарастания отдельных водоемов // Современные проблемы географии, экологии и природопользования: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград: Изд-во ВолГУ. С. 129–134.

Катанская В.М. 1981. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука. 187 с.

Кочеткова А. И., Брызгалина Е. С., Филиппов О. В., Баранова М. С. 2022. Динамика зарастания Волгоградского водохранилища (1972–2018 гг.) // Принципы экологии. № 1. С. 68–73.

Кочеткова А.И. 2013. Пространственно-временной анализ зарастания Волгоградского водохранилища: дисс..... канд. биол. наук. Борок. 226 с.

Кравцова В.М., Пиотровский В.А. 2004. Цветовой синтез космических снимков для разделения открытых почв лесостепной зоны // Геоинформатика. №3. С. 7–13.

Кузьмин С.Б., Осипов Э.Ю., Данько Л.В., Черкашин Е.А., Хлыстов О.М. 2005. Опыт использования GPS-технологий для сбора и обработки географических пространственных данных // ИнтерКарто/ИнтерГИС 11: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: Материалы Международной конференции. Ставрополь: Изд-во СГУ. С. 59–66.

Лабутина И.А., Серапинас Б.Б. 2000. Применение GPS-приёмников при создании карт рельефа дна в авандельте Волги // ГИС для устойчивого развития территорий. Материалы Международ. конф. Апатиты, Россия, 22-24 августа 2000 г. Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН. Т. 1. С. 84–89.

Папченков В. Г. 2001. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья . Ярославль: ЦМП МУБиНТ. 214 с.

Папченков В.Г. 1979. К методике изучения продуктивности водной растительности в средних и малых реках // Растительные ресурсы. Т. 15. Вып. 3. С. 454–459

Папченков В.Г. 1999. Закономерности зарастания водотоков и водоёмов Среднего Поволжья: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб. 48 с.

Папченков В.Г. 2003 а. Картирование растительности водоемов и водотоков // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8-12 апреля 2003 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати». С. 132–136.

Папченков В.Г. 2003 б. Продукция макрофитов и методы ее изучения // Гидробиотаника: методология, методы: мат-лы школы по гидробиотанике (п. Борок, 8-12 апреля 2003 г.). Рыбинск : ОАО «Рыбинский Дом печати». С. 137–145

Распопов И.М. 1973. Фитомасса и продукция макрофитов Онежского озера // Микробиология и первичная продукция Онежского озера. Л. С. 123–142.

Изучение антиоксидантного потенциала спирулины сушеной

Н.В. Кураева¹, М.Д.Нестерова^{1,2}

¹Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова, г. Москва

²Московский политехнический университет, г. Москва

e-mail: n.kuraeva@fneps.ru

Аннотация. Исследования микроводорослей показали, что некоторые из них содержат вещества с высокой антиоксидантной способностью и обладают рядом преимуществ перед другими растениями. Известно, что спирулина (*Spirulina*) является богатым источником макро- и микроэлементов. Комплексное исследование антиоксидантного профиля спирулины сушеной проводили тремя методами: FRAP, DPPH, ORAC для учета антиоксидантов, действующих по разным механизмам. Так, OAE_{FRAP}, OAE_{DPPH}, и OAE_{ORAC} составили 4,873±0,097, 0,257±0,003, 7,317±0,125 мкмоль-экв. Qu / г, соответственно. Было установлено, что спирулина является наиболее перспективным источником антиоксидантов, действующих в отношении кислородосодержащих радикалов, и проявляет антиоксидантные свойства преимущественно за счет фенолов и флавоноидов, нежели кверцетина и его производных.

Ключевые слова: микроводоросль, общая антиоксидантная ёмкость, БАД, натуральные антиоксиданты.

Антиоксидантами (АО) принято считать соединения, которые нейтрализуют или предотвращают образование свободных радикалов (СР) и формируют антиоксидантную систему (АОС) в живом организме, состоящую из эндогенных и экзогенных АО (Soeur, 2015; Zunino et al., 2007). СР являются частью нормального метаболического процесса и обладают высокой реакционной способностью, однако при их избыточном содержании развивается окислительный стресс, который является причиной развития многих социально-значимых заболеваний (Stunda-Zujeva et al., 2023). Так, для нормального функционирования АОС организма, человеку необходимо ежедневно получать экзогенные антиоксиданты, источником которых являются продукты питания (Zunino, 2007).

В настоящее время большинство природных антиоксидантов, представленных на рынке, получают из наземных растений, в то время как антиоксиданты, извлеченные из микроводорослей, крайне мало используются. Исследования показали, что некоторые микроводоросли содержат вещества с высокой антиоксидантной активностью, а также обладают рядом преимуществ перед высшими растениями: быстрый рост, высокая продуктивность биомассы и способность синтезировать сложные метаболиты с минимальными затратами ресурсов (Stunda-Zujeva et al., 2023). Известно, что спирулина (*Spirulina*) - наиболее культивируемая микроводоросль в мире, она составляет более 30% произведенной биомассы микроводорослей (Costa et al., 2019). Спирулина — это одноклеточная и нитевидная сине-зеленая микроводоросль, которая входит в состав родов *Spirulina* и *Arthrospira* и насчитывает около 15 видов (Saranraj et al., 2014; Sonawane et al., 2023). Она обладает не только высокой питательной ценностью, но и иммуномодулирующей, противовоспалительной и антиоксидантной активностями. Спирулина является богатым источником белка, а также в большом количестве содержит пигменты, полисахариды, незаменимые жирные кислоты, витамины, минералы и их оксиды, фенольные соединения и другие антиоксиданты (Sonawane et al., 2023; Stunda-Zujeva et al., 2023). Различные исследования подтверждают, что спирулина имеет терапевтическое применение при неинфекционных заболеваниях (Borowitzka et al., 2009). Несмотря на высокую биологическую активность, спирулина обладает существенным недостатком - специфическим запахом и вкусом, поэтому большая часть спирулины продается в виде

таблеток или капсул. На рынке БАДов спирулина продается в основном в качестве источника витаминов группы В, А, железа и растительного белка, однако содержание фенольных соединений позволяет рассматривать спирулину как потенциально богатый источник натуральных антиоксидантов.

Таким образом, целью данной работы являлось комплексное изучение антиоксидантного профиля БАД «спирулины сушеной», которое включало определение общей антиоксидантной емкости (ОАЕ) современными аналитическими методами Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) и метода свободного радикала DPPH для учета антиоксидантов, действующих по разным механизмам.

Материалы и методы. Экспериментальный образец БАД «спирулины сушеной» был приобретен в сетевом магазине «ВкусВилл» (Россия). Таблетку измельчали в фарфоровой ступке, затем смешивали с 70% этанолом (1:10), настаивали в течение 1 ч при температуре $22 \pm 2^\circ\text{C}$, фильтровали через бумажный фильтр ГОСТ 12026-76 и центрифугировали на центрифуге Eppendorf 5427R (Eppendorf, Германия) при 10000 об/мин и 4°C в течение 8 минут.

ОАЕ флуоресцентным методом ORAC определяли для учета АО, действующих по механизму hydrogen atom transfer (HAT), по отношению к кислородным радикалам ($\text{ROO}\cdot$ и $\text{RO}\cdot$), на Fluoroskan Ascent FL (Thermo labsystems, Finland) с использованием черных 96-луночных планшетов в соответствии с методикой (Chernukha et al., 2022). ОАЕ образца считали по градуировочному графику ($R^2 \geq 0,9956$), для построения которого использовали кверцетин (Sigma-aldrich, India) в диапазоне концентраций 1 – 14 мкМ.

ОАЕ методом FRAP определяли на спектрофотометре СФ-2000 (Спектр, Россия) в соответствии с методикой (Chernukha et al., 2021) для учета АО, обладающих хелатирующими свойствами. ОАЕ образца считали по градуировочному графику ($R^2 \geq 0,9977$), для построения которого использовали кверцетин в диапазоне концентраций 140 мкМ – 300 мкМ.

Метод радикала DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) использовали для измерения ОАЕ, включающей антиоксиданты, нейтрализующие азотосодержащие СР. Исследования проводили на спектрофотометре СФ-2000 в соответствии с методикой (Kennas et al., 2020). ОАЕ образцов считали по градуировочному графику ($R^2 \geq 0,9966$), для построения которого использовали кверцетин в диапазоне концентраций 100-250 мкМ.

ОАЕ выражали в мкмоль-экв. кверцетина / г образца (мкмоль-экв. Q_{u} / г). Все измерения проводили в четырех повторах и выражали в виде среднего значения и стандартного отклонения ($m \pm \text{SD}$). Расчеты проводили с использованием программы Microsoft Excel. Статистическую достоверность рассчитывали в программе STATISTICA 8.0 с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни. Вероятность 0,05 была выбрана в качестве значимого уровня.

В ходе работы были измерены ОАЕ спиртового экстракта спирулины тремя разными методами. Полученные значения представлены в таблице.

Таблица. Значения ОАЕ спиртового экстракта спирулины сушеной

ОАЕ	FRAP	DPPH	ORAC
мкмоль-экв. Q_{u} / г	$4,873 \pm 0,097^{\text{a}}$	$0,257 \pm 0,003^{\text{b,c}}$	$7,317 \pm 0,125^{\text{b,d}}$

a-b, c-d - статистически достоверная разница между показателями, U-критерий Манна-Уитни, P-value < 0,05

Было установлено, что OAE_{ORAC} значительно превышала показатели емкостей, определенные другими методами, в то время как, ОАЕ в отношении азотосодержащих СР (OAE_{DPPH}) характеризовалась несоизмеримо низким значением. Так, емкость в отношении кислородосодержащих СР (OAE_{ORAC}) экстракта спирулины статистически значимо превышала OAE_{FRAP} и OAE_{DPPH} в 1,50 раза ($P < 0,05$) и в 28,47 раз ($P < 0,05$), соответственно. OAE_{FRAP} составила $4,873 \pm 0,097$ мкмоль-экв. Q_{u} /г, что в 18,96 ($P < 0,05$) раз больше показателя OAE_{DPPH} . Таким образом, было установлено, что БАД спирулины сушеной

является наиболее перспективным источником АО, нейтрализующих кислородосодержащие СР.

Исследуемый образец по ОАЕ не уступает ряду широко используемых в пищевой промышленности растительных источников АО. Так, ОАЕ_{FRAP} спирулины превосходит соответствующее значение порошка плодов бузины черной на 13,5% (Купаева и др., 2022) и на 44,9% лукового порошка (Купаева, 2022). Однако, сравнивая ОАЕ спирулины с аналогичными данными, полученными нами ранее для розмарина и базилика (Kotenkova, 2021), было установлено, что ее антиоксидантный потенциал в отношении кислородосодержащих СР существенно ниже. Можно предположить, что это связано с тем, что спирулина проявляет антиоксидантные свойства за счет иных АО, а именно фенолов и флавоноидов, а не кверцетина и его производных (Kumar A., 2022, Stunda-Zujeva et al., 2023).

Выводы. В ходе работы было установлено, что БАД «спирулина сушеная» обладает антиоксидантным потенциалом в отношении различных СР, однако наибольшим показателем характеризовалась ОАЕ в отношении кислородосодержащих свободных радикалов и составила $7,317 \pm 0,125$ мкмоль-экв. Qu/г, что в 1,50 раза ($P < 0,05$) больше ОАЕ_{FRAP} и в 28,47 раз ($P < 0,05$) больше ОАЕ_{DPFH}. Отмечалось, что ОАЕ спирулины превышала показатели порошка плодов бузины черной и лукового порошка, в то время как существенно уступала базилику и розмарину. Было установлено, что спирулина является отличным комплексным источником разнообразных питательных веществ, а именно растительного белка, витаминов и антиоксидантов.

Финансирование: работа выполнена в рамках темы НИР № FNEN-2019–0008 государственного задания ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Список литературы

Купаева Н.В. 2022. Отходы переработки растений рода *Allium* как альтернативный источник натуральных антиоксидантов для использования в пищевой промышленности. Конференция "Наука, питание и здоровье". Минск, Беларусь: 147-152.

Купаева Н.В., Ильина М.А., Светличная М. В., Зубарев Ю. Н. 2022. Исследование антиоксидантного потенциала овсяных напитков, обогащенных растительными компонентами. *Пищевые системы* 5(2): 157-163

Borowitzka M.A., Gershwin M. E., Belay A. 2009. Spirulina in human nutrition and health. *J Appl Phycol* 21: 747–748. <https://doi.org/10.1007/s10811-009-9467-0>

Chernukha I., Fedulova L., Vasilevskaya E., Kulikovskii A., Kupaeva N., Kotenkova E. 2021. Antioxidant effect of ethanolic onion (*Allium cepa*) husk extract in ageing rats. *Saudi Journal of Biological Sciences* 28(5): 2877–2885. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.020>

Chernukha I., Kupaeva N., Kotenkova E., Khvostov D. 2022. Differences in Antioxidant Potential of *Allium cepa* Husk of Red, Yellow, and White Varieties. *Antioxidants* 2022, 11: 1243. <https://doi.org/10.3390/antiox11071243>

Costa J. A. V., Freitas B. C. B., Rosa G. M., Moraes L., Morais M. G., Mitchell B. G. 2019. Operational and economic aspects of Spirulina-based biorefinery. *Bioresource Technology* 292: 121946. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.121946

Kennas A., Amellal-Chibane H., Kessal F., Halladj F. 2020. Effect of pomegranate peel and honey fortification on physicochemical, physical, microbiological and antioxidant properties of yoghurt powder. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 19(1): 99–108. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.07.001>

Kotenkova E.A., Kupaeva N.V. 2021. Onion husk (*Allium cépa*) as a promising source of natural antioxidants. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* 640(5):052002. DOI:10.1088/1755-1315/640/5/052002

Kumar A., Ramamoorthy D., Kumar Verma D., Kumar A., Kumar N. et al. 2022. Antioxidant and Phytonutrient Activities of Spirulina Platensis. *Energy Nexus* 6: 100070. DOI:10.2139/ssrn.4004055

Saranraj P., Sivasakthi S. 2014. *Spirulina platensis* – food for future: a review. *Asian Journal of Pharmaceutical Science & Technology* 4(1): 26-33.

Soeur J. 2015. Skin resistance to oxidative stress induced by resveratrol: From Nrf2 activation to GSH biosynthesis. *Free Radic. Biol. Med. Elsevier* 78: 213–223.

Stunda-Zujeva A., Berele M., Lece A., Skesters A. 2023. Comparison of antioxidant activity in various spirulina containing products and factors affecting it. *Scientific Reports* 13(1) DOI:10.1038/s41598-023-31732-3

Sonawane T.N., Vinit S. Khairnar V.S., Chaudhari R.R. 2023. A Review Article on ‘Spirulina’. *Asian Journal of Research in Pharmaceutical Sciences* 13(2). DOI:10.52711/2231-5659.2023.00031

Zunino S. J., Storms D. H., Stephensen C. B. 2007. Rich in polyphenols and vitamin a inhibit the development of type I autoimmune diabetes in nonobese diabetic mice. *J. Nutr* 137: 1216.

Вирулентность гемокультур, выделенных из организма *Parasalmo mykiss* (форель радужная)

А.А. Кучко, Н.А. Сидорова, М.А. Германова

ФГБОУ ВО «ПетрГУ», г. Петрозаводск
e-mail: ufer1996@ya.ru

Аннотация. В работе представлены результаты анализа некоторых факторов вирулентности гемокультур, выделенных из микрофлоры 20 особей радужной форели в возрасте 1+, отобранных из хозяйства, расположенного на севере Ладожского озера. Акцент на вирулентности связан с возрастающей эпизоотической ролью штаммов, контаминирующих кровь рыбы. Выделение, идентификацию и изучение фенотипических признаков выделенных культур, выполняли согласно рекомендациям по лабораторной диагностике бактериозов рыб. При осмотре и вскрытии радужной форели обнаружено поражение тканей и органов рыб. Из гемокультуры выделены штаммы, способные вызывать инфекции, представленные родами *Flavobacterium* и *Pseudomonas*.

Ключевые слова: гемокультуры, гемолизины, вирулентность, радужная форель, бактериозы.

Садковое разведение радужной форели является одним из перспективных направлений рыбохозяйственной отрасли северо-западного региона. Данное суждение подтверждается динамической статистикой интенсификации выращивания рыбы – объем товарного товарного рыбоводства увеличился за период с 2007 г. по 2014 г. более чем в два раза (Тишков, 2016). Успех интенсификации рыборазведения в садках зависит от климата и экологических особенностей региона, наличия и качества водных ресурсов, а также внедрения современных научно-технических решений в производственный цикл предприятия. Аутофлора форели является одним из механизмов устойчивости к неблагоприятным факторам среды. С кормом и водными стоками в рыбные хозяйства поступают аллохтонных микроорганизмы, активно заселяющие акватории, что приводит к морфоструктурным изменениям в составе местного микробиоценоза (Паршуков, 2014). В единичных случаях из внедренных извне гемокультур встречаются случайные возбудители и представители интермиттирующего носительства, которые идентифицируются итерационно в рамках видов одной или разных возрастных и экологических групп. Возбудители инфекций синтезируют специфические гемолитические субстанции, к которым относится термолабильный (фосфолипаза С) и термостабильный гемолизины (фосфолипаза). Гемолизины способны вызывать солюбилизацию и гидролиз фосфолипидов, что нередко приводит к развитию некротических поражений в различных тканях рыбы. Аллохтонной бактериофлоре свойственен ряд видовых и штаммовых отличительных признаков, а также наличие свойств антибиотико-, био- или фаго- вариабельности, что позволяет судить о непрерывной миграции определенного штамма или вида в пределах различных биотопов в организме рыбы или между организмом и окружающей средой обитания. Ввиду недостаточной изученности проблемы, касающейся причин развития бактериальных инфекционных процессов у рыб, целью данной работы явился анализ некоторых факторов вирулентности гемокультур, выделенных из аутофлоры *P. mykiss*, выращиваемой в условиях садкового форелеводства.

Объектом исследования послужили 20 особей радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) в возрасте 1+ массой от 0,7 до 1,2 кг. Отлов рыбы для исследования выполняли в августе 2022 г. в рамках экспедиции, проводимой с целью комплексного анализа физиологического состояния и здоровья рыбы. Рыбоводческое предприятие расположено в северной части Ладожского озера, имеет несколько участков

производительностью до 8000 тонн рыбы в год. Рыбопосадочный материал хозяйством получен частично из Карельских, частично из Адлерских мальковых цехов. Садки располагались на глубине 10 м. Температура воды составляла 22 ± 4 °С, концентрация кислорода – 8,6-8,8 мг/л, кислотность – 6,7 единиц рН. На момент исследования на хозяйстве использовались комбикорма разных производителей.

При ихтиологическом и патологоанатомическом осмотре особое внимание акцентировали на изменении внешних признаков форели: состоянии кожи, жабр, плавников. При посмертном вскрытии рыбы описывали патологии в морфологии органов и тканей. Для изучения инфекции кровотока, получения гемокультур и анализа их вирулентности, у исследуемых особей форели отбирали по 5 мл крови в одноразовые пробирки-вакутайнеры (Vacutainer) с антикоагулянтом. В лаборатории образцы крови центрифугировали и на центрифуге-миксере «Elmi» (Латвия) при 1000 об/мин в течение 20 мин получали лейкоцитарную взвесь с концентратом микробных клеток, содержащихся в исследуемой пробе. Далее выполняли прямой посев микробного концентрата в 2 аэробных и 1 анаэробный флакон с питательной средой. У выделенных культур анализировали морфологические, тинкториальные, биохимические и физиологические признаки, необходимые для таксономизации бактерий согласно «Bergey's Manual of Systematic Bacteriology» (2005). К фактору вирулентности относили гемолитическую активность, которую выявляли по феномену лизиса эритроцитов крови форели на 5% кровяном агаре. Результат учитывали через 48 часов по появлению зон гемолиза вокруг колоний (Биргер, 1967).

Параллельно оценивали количество и разнообразие культивируемых форм бактерий воды и грунта, которые хорошо растут на стандартных средах основного и дифференциально-диагностического назначения и являются объективным индикатором загрязнения водоема. Учет общего количества бактерий в воде и иле оценивали согласно методике изучения биогеоценозов внутренних водоемов (1975).

В результате патоморфологического анализа у исследуемой группы форели были выявлены поражения кожи, жабр, фибринозные воспаления, кровоизлияния в области брюшных и грудных плавников, увеличение размеров печени и селезенки, гиперемия слизистой оболочки кишечника. У 6 особей при вскрытии в брюшной полости было обнаружено большое количество желтовато-зеленой асцитной жидкости. При посеве крови в 16,8 % случаев были получены полимикробные гемокультуры. Чаще всего, ассоциации микроорганизмов при посеве крови выявляли у рыб с характерными очаговыми кровоизлияниями у основания грудных и брюшных плавников, с геморрагиями на внутренней оболочке брюшной полости и сильно увеличенной селезенке, которая имела бледный цвет. Из полученных 94 гемокультур выделено 103 штамма, из которых 62% составили грамотрицательные палочки, 21% - грамположительные кокки и 17% - микроскопические грибы. Образец препарата инфицированной крови форели представлен на фотографии (рис. 1).

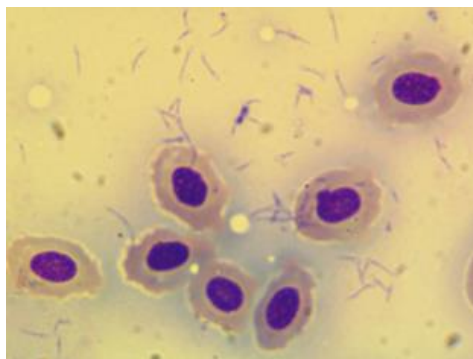


Рисунок 1. Препарат крови (окраска по Романовскому–Гимзе, иммерсионная микроскопия, $\times 1000$)

Среди грамотрицательных палочек доминировали аэробные и факультативно анаэробные бактерии. Наиболее обильный культуральный рост был обнаружен для представителей родов *Flavobacterium* spp. (*Flavobacterium psychrophilum*) и *Pseudomonas* spp. (*Ps. fluorescens*, *Ps. chlororaphis*). Необходимо отметить, что флавобактерии и псевдомонады были обнаружены также в образцах воды, отобранной вблизи садков и в донных иловых отложениях. На гемолитическую активность обследовано 18 штаммов *F. psychrophilum*, 14 штаммов *Ps. fluorescens* и 9 штаммов *Ps. chlororaphis*. Лизис эритроцитов форели показали 7 штаммов smooth фенотипа *F. psychrophilum* (38,8%), 11 штаммов *Ps. fluorescens* (78,6%) и 2 штамма *Ps. chlororaphis* (22,2 %). Характерно, что при росте *Flavobacterium psychrophilum* на агаризованных средах выявлено два фенотипических варианта колоний, представленных S фенотипом (smooth (англ.) гладкий) и R фенотипом (rough (англ.) шероховатый). Согласно литературным данным (Barnes, Brown, 2011), именно для smooth фенотипа *F. psychrophilum* обнаружена высокая экспрессия генов, ответственных за проявление гемолитической активности, опосредованной контактно-зависимым и двухэтапным механизмом, который возможно инициируется связыванием бактериальных клеток с эритроцитами посредством лектинов и термолабильных белковых гемолизин.

Таким образом, обнаружение выделенных таксонов в гемокультуре свидетельствует о высокой степени вирулентности, связанной не только с пенетрацией, но и с инвазией в органы и ткани, которые имеют контакт с кровью. Для предотвращения отмеченных гематогенных инфекций, связанных с поражением тканей и органов рыб, требуется постоянный мониторинг не только гидрохимических и гидробиологических показателей воды, но и проведение тщательного бактериологического анализа, связанного с изучением таких признаков вирулентности как: колонизация, пенетрация и инвазия представителей рода *Flavobacterium* и *Pseudomonas*. Только в таком случае появляется возможность для проведения рациональной дезинфекции садков и площадок под садками, а также лечебно-профилактических мер для оздоровления конкретного рыбоводного хозяйства.

Список литературы

- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., Наука, 1975. С. 60-71.
- Паршуков А. Н., Сидорова Н.А. 2014. Микробиоценоз радужной форели в садковых хозяйствах Северной Карелии. Ученые записки Петрозаводского государственного университета. №8 (145). 28-33.
- Биргер М.О. 1967. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / М.: Медицина, 463 с.
- Тишков С.В., Каргинова В.В., Савельев Ю.В., Щербак А.П. 2016. Состояние и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса Республики Карелия. Вопросы рыболовства. №2. 182-188.
- Barnes M. E., Brown M. L. A Review of *Flavobacterium psychrophilum* Biology, Clinical Signs, and Bacterial Cold Water Disease Prevention and Treatment. The Open Fish Science Journal/ 2011. № 411(1). P. 40-48.

Рыбная продукция на основе комбинированных пищевых матриц как элемент здорового питания

Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин, А.И. Гриневич, Л.О. Архипов, О.В. Бредихина

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: lavruhina@vniro.ru, zar.nickita@yandex.ru

Аннотация. Одним из приоритетных направлений является разработка современных технологий производства пищевых ингредиентов и технологии переработки пищевой продукции, включая биотехнологии. В связи с этим, представлена характеристика рыбной продукции на основе комбинированных пищевых матриц (сублимированные супы и снеки, комбинированные рыбные фарши для полуфабрикатов, полуконсервов рыбной паштетной группы) для здорового питания. Охарактеризована актуальность применения бактериальных заквасочных культур для получения пробиотических пищевых рыбных продуктов. Экспериментально подтверждено положительное влияние бактериальных заквасочных культур на органолептические и структурные характеристики образцов рыбного филе. Употребление полученных обогащённых рыбных продуктов с заданным нутриентным составом будет способствовать снижению дефицита эссенциальных нутриентов, поддержанию функциональной активности органов и тканей, корректированию состава внутренней индигенной микрофлоры кишечной микробиоты, укреплению иммунной защиты организма, коррекции массы тела.

Ключевые слова: пищевая биотехнология, бактериальные заквасочные культуры, снеки, супы, полуконсервы, фарш.

Согласно Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года приоритетным направлением является разработка современных технологий производства пищевых ингредиентов и технологий переработки пищевой продукции, включая биотехнологии для создания условий производства пищевой продукции нового поколения с заданными характеристиками качества и продвижения принципов здорового питания. В соответствии с этим, разработка технологий и базы обогащенных рыбных продуктов ежедневного потребления на основе рецептурной оптимизации с применением методов моделирования и биотехнологии имеет важное социальное значение, является актуальной и развивающейся.

В свою очередь, современное общество отличается ускоренным ритмом жизни, поэтому необходимо акцентироваться на разработке продуктов «быстрого питания» на основе гомогенизированных, фаршевых комбинированных пищевых матриц, что делает возможным придавать разнообразную структуру, вкус, запах, пищевую ценность и создать различные вариации с использованием функциональных ингредиентов животного, растительного, микробиологического происхождения (белки, витамины, минеральные элементы, полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, пробиотики (Позняковский, 2012; Тутельян, Спиричев и др., 2002, Ардатская, 2015).

На российском рынке продовольствия в меньшем количестве представлены сублимированные снеки и супы на рыбной основе в комбинации с растительным сырьем, как дополнительного источника эссенциальных нутриентов и пищевых волокон (пребиотиков) (Бычкова, Бычков и др., 2016). В связи с этим, разработан рецептурный состав и технология сублимированных белоксодержащих снеков (более 49 %) и супов-пюре (более 11 %) длительного срока годности из рыбного сырья с использованием функциональных растительных компонентов (рис.). Разработанные обогащенные пищевые продукты являются источником белка (снеки – 49-57 г/100 г продукта, супы-пюре - 11-13 г/100 г продукта), ПНЖК Омега-3 (снеки – 4,1-5,5 г/100 г продукта, супы-пюре - 0,8-1,3 г /100 г продукта),

пищевых волокон, в том числе инулина (снеки – 4,3 г/100 г продукта, супы-пюре - 1,1 г /100 г продукта) и клетчатки (снеки – 7,1-13,5 г г/100 г продукта, супы-пюре - 1,8–2,1 г /100 г продукта). При этом, супы-пюре относятся к низкокалорийной продукции, в связи с тем, что энергетическая ценность менее 100 ккал, а снеки высокобелковой, что дает возможность рекомендовать их для использования в рационах питания людей ведущих здоровый образ жизни, которые следят за калорийностью питания и придерживаются «белковой диеты» (Зарубин, Строкова и др., 2021).

Кроме этого, были разработаны рецептурные составы комбинированных рыбных фаршей с заданным нутриентным составом для полуфабрикатов, обогащение которых, достигалось путем комбинации трески, угольной рыбы, кураги, порошка топинамбура и семян чиа (рис. 1). Полученные полуфабрикаты на основе комбинированного рыбного фарша с растительными компонентами имеют высокие качественные и технологические характеристики, а по пищевой ценности являются, согласно ГОСТ Р 55577-2013, источниками белка и пищевых волокон т.к. более 5 % от суточного по потребности по белку (12-13 %/100 г) и содержание более 3 г волокон на 100 г (Зарубин, Строкова, Харенко, 2020).

Так же, спроектирован рецептурный состав и разработана технология полуконсервов рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами животного и растительного происхождения (морская рыба и ее печень (источник витамина А, D, ПНЖК омега-3 (ω -3), меди), топинамбур (источник инулина) (рис. 1). Полученные полуконсервы содержат витамины А и D, медь, ω -3 и пребиотик инулин (не менее 15 % от суточной физиологической потребности). Их употребление позволит снизить дефицит данных эссенциальных нутриентов, что будет способствовать профилактики иммунитета человека в целом. Энергетическая ценность разработанного пищевого продукта составляет 142,10–171,99 ккал на 100 г, что удовлетворяет физиологическую потребность в энергии для взрослого человека на 5,7–6,9 %. Основываясь на данных по энергетической ценности полуконсервы можно отнести к среднекалорийным, обеспечивающим организм человека энергией от 100 до 200 ккал с каждых 100 г (Лаврухина, Зарубин и др., 2022).



Сублимированные снеки, на основе гомогенизированных рыбо-растительных систем



Сублимированные супы-пюре на основе гомогенизированных рыбо-растительных систем



Полуфабрикат из комбинированных рыбных фаршей с заданным нутриентным составом



Полуконсервы рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами

Рисунок. Разработанная рыбная продукция на основе комбинированных пищевых матриц

Следует отметить, что в пищевой биотехнологии особое внимание уделяется использованию перспективных штаммов бактериальных заквасочных культур (БЗК) для получения пищевой продукции с улучшенными качественными характеристиками и функциональной направленностью, в частности пробиотической. Использование БЗК имеет много преимуществ и может выступать в качестве способа повышения сроков годности рыбной продукции (защитные культуры, проявляющие антиоксидантные и антагонистические свойства, эффект биоконсервирования за счет образования метаболитов (кислоты, бактериоцины)), улучшения ее органолептических свойств (коррекция консистенции и минимизация рыбного вкуса и запаха за счет мягкой деструкции белковых компонентов и снижения уровня образования азотистых летучих оснований в мышечной

ткани рыб) и повышения питательной ценности (за счет накопления белковых и эссенциальных веществ) (Лаврухина, Зарубин и др, 2022).

Проведенные исследования по биотрансформации рыбного сырья бактериальными заквасочными культурами с использованием алгоритмов математического моделирования позволили подобрать и верифицировать условия, технологические параметры, а так же бактериальные заквасочные культуры (лактобактерии, пропионовокислые бактерии, бифидобактерии). Данная выборка позволила получить образцы рыбного филе с приятным запахом, приемлемой консистенцией, необходимым количеством БЗК в филе как основы для последующей разработки пробиотических пищевых рыбных продуктов (Лаврухина, Зарубин и др, 2023).

В соответствии с вышесказанным комбинирование рыбного сырья и растительных компонентов, с использованием методов биотехнологии и алгоритмов математического моделирования позволило получить обогащённые рыбные продукты с заданным нутриентным составом, употребление которых будет способствовать поддержанию здорового питания и использоваться в рационах людей:

- для снижения дефицита эссенциальных нутриентов;
- для поддержания функциональной активности органов и тканей, корректирования состава внутренней индигенной микрофлоры кишечной микробиоты;
- для укрепления иммунной защиты организма;
- для снижения массы тела и следящих за калорийностью питания.

Список литературы

Ардатская М.Д., 2015. Пробиотики, пребиотики и метабиотики в коррекции микробиологических нарушений кишечника. Медицинский Совет.; (13):94-99.

Бычкова Е.С., Бычков А.Л., Иванов И.В., 2016. Разработка рецептур супов-пюре на основе горохового гидролизата. Часть I. Механоферментативный гидролиз белкового растительного сырья для получения специализированных продуктов питания. Пищевая промышленность. № 10. С 38-42.

Зарубин Н.Ю., Строкова Н.Г., Бредихина О.В., Лаврухина Е.В., 2021. Сублимированные продукты "быстрого питания" на основе гомогенизированных рыборастворительных систем. Рыбное хозяйство. № 2. С. 99-103. – DOI 10.37663/0131-6184-2021-2-99-103.

Зарубин Н.Ю., Строкова Н.Г., Харенко Е.Н., 2020. Разработка рецептурных композиций фаршевых рыборастворительных систем для здорового питания // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 12 октября 2020 года. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет. – С. 30-36.

Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю., Бредихина О.В., Гриневич А.И., 2022. Интеграция бактериальных заквасочных культур с рыбным сырьем: подбор и обоснование. Рыбное хозяйство. № 6. С. 107-114. DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-107-114.

Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю., Харенко Е.Н. и др., 2022. Полукопсервы рыбной паштетной группы с иммуномодулирующими компонентами // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2022. – № 2. – С. 106-114. – DOI 10.24143/2073-5529-2022-2-106-114.

Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю., Бредихина О.В., Гриневич А.И., 2023. Экспериментальные данные по возможности использования бактериальных заквасочных культур для обработки рыбного сырья / Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития: I Международная научно-практическая конференция, Москва, 28–29 марта 2023 года. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 168-174.

Позняковский В.М., 2012. Актуальные вопросы современной нутрициологии: термины и определения, классификация продовольственного сырья и пищевых продуктов. Техника и технология пищевых производств. № 3 (26). С. 94-101.

Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Суханов Б.П., Кудашева В.А., 2002. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. М.: Колос, 424 с.

Микро- и ультраструктура чешуи малого и большого желтых горбылей

С. Ли, К.А. Жукова

Университет МГУ-ППИ, г. Шэньчжэнь, КНР
e-mail: kzh@fish-zoology.ru

Аннотация. В работе впервые исследована структура чешуи малого и большого желтого горбылей, являющихся важными объектами промысла. Оба вида имеют ктеноидный тип чешуи с трансформирующимися ктениями, округлые центрально или задне-центрально расположенные фокусы. Виды отличаются формой, типом краниального поля, положением и формой лепидонтов. Выявленные видоспецифичные признаки чешуи могут использоваться в идентификации и систематике видов.

Ключевые слова: *Larimichthys crocea*, *Larimichthys polyactis*, чешуя, электронная и световая микроскопия.

Желтые горбыли – бентопелагические субтропические представители семейства Sciaenidae, особенностью которых является способность издавать звуки плавательным пузырем (Ramcharitar et al., 2001). Малый *Larimichthys polyactis* и большой *Larimichthys crocea* желтые горбыли являются важными промысловыми видами Желтого и Южно-Китайского моря (Zhang et al., 2020). Чешуя является универсальным и удобным материалом в ихтиологических, токсикологических и палеонтологических исследованиях, так как сбор и приготовление препаратов ее достаточно прост и недорог, а структура чешуи может быть использована в определении вида или семейства рыбы, возраста, состояния окружающей среды (Шапорев и др., 2007; Bräger et al., 2016; Jawad et al., 2018). Сквamotoлогические данные по желтым горбылям отсутствуют, поэтому целью работы является исследования морфологии чешуи малого и большого желтого груперов.

Мороженые малые и большие горбыли, пойманные в Желтом море, были куплены в онлайн магазине. Чешуя была взята с различных боковых участков тела с помощью тонкого пинцета, очищена химически 1% раствором хлората натрия, механически синтетической кисточкой и ультразвуковым очистителем Wiggins UA22MFD. Для исследования поверхностной структуры были использованы световые микроскопы ZEISS Stereo Discovery V20 и сканирующий электронный микроскоп КУКУ-ЕМ6200.

Эласмоидная чешуя желтых горбылей имела краниальное (переднее), каудальное (заднее) и латеральное поле. Краниальное и латеральные поля были погружены в тело рыбы и имели гладкую блестящую поверхность, в то время как каудальное поле было шероховатым, покрытым эпидермисом. У малого горбыля чешуя на всем теле имела квадратную форму и была ктеноидной с трансформирующимися ктениями (рис. 1а, 2а), у большого имела пятиугольную форму, на голове была циклоидной, на остальном теле ктеноидной с трансформирующимися ктениями (рис. 1в, 2г). Фокус или центр чешуи обоих видов имел центральное или задне-центрально положение и округлую форму (рис. 1). У малого горбыля краниальное поле было волнистым с первичными и вторичными радиальными лучами, у большого – волнистым или полосатым с первичными, вторичными и третичными радиальными лучами. Лепидонты округлой формы присутствовали у малого горбыля только в краниальном поле (рис. 2б), в латеральном они отсутствовали (рис. 2в). У большого зубчатые лепидонты отмечены в краниальном поле (рис. 2д), а округлые в латеральных полях (рис. 2е).

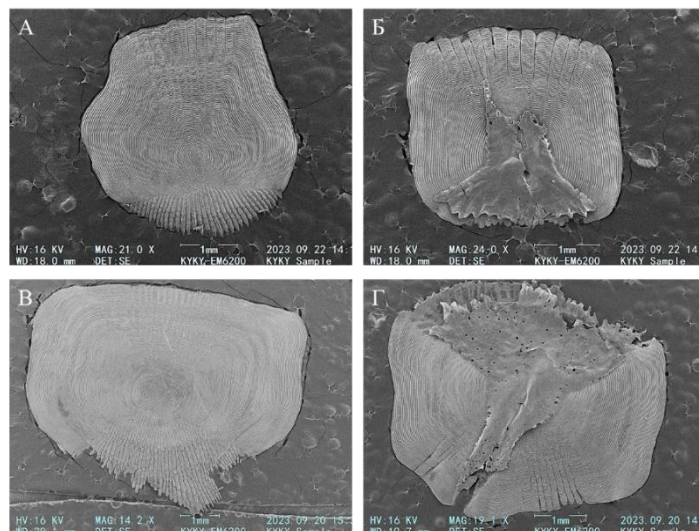


Рисунок 1. Чешуя малого *Larimichthys polyactis* (А, Б) и большого *Larimichthys crocea* желтого горбыля (В, Г). Б и Г – чешуя с каналом боковой линии.

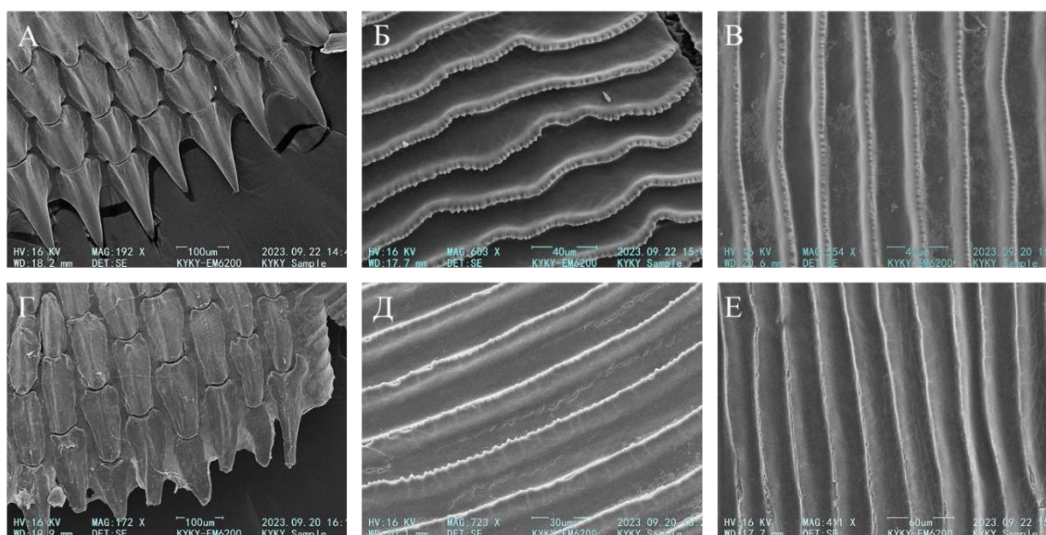


Рисунок 2. Чешуя малого *Larimichthys polyactis* (А-В) и большого *Larimichthys crocea* желтого горбыля (Г-Е). А, Г - трансформирующиеся ктении, Б, Д – краниальное поле, В, Е – латеральное поле.

Чешуя боковой линии у обоих видов была пятиугольной формы и имела центрально расположенный канал латеральной линии. Стенки канала боковой линии имели поры, которые у малого горбыля располагались в основном в центральной части, в каудальном поле отмечены единично. У большого многочисленные поры располагали во всех полях (рис. 1б, г).

Это первое описание ультраструктуры чешуи представителей семейства Sciaenidae. Выявленные видоспецифичные признаки могут быть использованы в идентификации вида как целой рыбы, так и при трофологических и палеонтологических исследованиях. Описанное нормальное строение чешуи послужит эталоном для дальнейших токсикологических изысканий.

Результаты работы показали, что чешуя *L. polyactis* и *L. crocea* имеет как сходные черты, так и отличается по многим признакам: формой, типом краниального поля, положением и формой лепидонтов. Она относится к ктеноидному типу с трансформирующимися ктениями, что также было отмечено у другого представителя семейства Sciaenidae – атлантического горбыля *Micropogon undulatus*. Ктеноидный тип

чешуи также встречается у рыб из Elopiformes, Albuliformes, Clupeiformes, Esociformes, Cypriniformes, Aulopiformes, Acropomatiformes, Carangiformes и Mugiliformes (Roberts, 1993).

Лепидонты разного размера отмечены у многих видов, и их форма и положение различается даже у близкородственных видов рыб (Teimori et al., 2023). В случае представителей рода *Larimichthys* этот признак может использоваться для идентификации видов.

Список литературы

Шапоров Р.А., Варнавская Н.В., Савин В.А., Степанов В.Г., Бажин А.Г.. 2007. “Методика Комплексного Анализа Изменчивости Строения Слоистых Структур Чешуи Тихоокеанских Лососей На Примере Кеты Камчатки.” Исследования Водных Биологических Ресурсов Камчатки и Северо-Западной Части Тихого Океана, no. 9: 131–42.

Bräger, Zs., T. Moritz, A. C. Tsikliras, J. Gonzalvo, M. Radulović, and Á. Staszny. 2016. “Scale Morphometry Allows Discrimination of European Sardine *Sardina Pilchardus* and Round Sardinella *Sardinella Aurita* and among Their Local Populations: Scale Morphometry of *Sardina Pilchardus* and *Sardinella Aurita*.” *Journal of Fish Biology* 88 (3): 1273–81. <https://doi.org/10.1111/jfb.12907>.

Jawad, Laith A., Joacim Näslund, Jitka Rutkayová, Jana Nebesářová, Karel Beneš, P. Wagnerová, Alexander Didenko, and Joo Myun Park. 2018. “Catalogue of Morphological Scale Deformities from 13 Species of Freshwater Fish from the Kaniv Reservoir (Dnieper), Ukraine.” *Marine and Freshwater Research* 69 (10): 1569. <https://doi.org/10.1071/MF18018>.

Ramcharitar J., Dennis M. Higgs, Arthur N. Popper. 2001. “Sciaenid Inner Ears: A Study in Diversity.” *Brain, Behavior and Evolution* 58 (3): 152–62. <https://doi.org/10.1159/000047269>.

Roberts, Clive D. 1993. “Comparative Morphology of Spined Scales and Their Phylogenetic Significance in the Teleostei.” *Bulletin of Marine Science* 52 (1).

Teimori, Azad, Najmeh Sabbah, Majid Askari Hesni, and Mina Motamedi. 2023. “Macro- and Microscopic Morphology of the Flank Scales of Families Lutjanidae and Serranidae from the Persian Gulf Coral Reefs (Teleosts: Perciformes).” *Acta Zoologica* 104 (1): 125–48. <https://doi.org/10.1111/azo.12403>.

Zhang, Wenbo, Min Liu, Yvonne Sadovy De Mitcheson, Ling Cao, Duncan Leadbitter, Richard Newton, David C. Little, et al. 2020. “Fishing for Feed in China: Facts, Impacts and Implications.” *Fish and Fisheries* 21 (1): 47–62. <https://doi.org/10.1111/faf.12414>.

Сезонная и межгодовая изменчивость потока скрытого тепла по данным реанализа ERA5 в дальневосточных морях

Д.М. Ложкин¹, Г.В. Шевченко^{1,2}

¹ Сахалинский филиал ФГБНУ ВНИРО («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск

² Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск
e-mail: dima-lm@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрены среднемесячные значения потока скрытого тепла (ПСТ) (1998 – 2022 гг.) в северо-западной части Тихого океана (СЗТО) и дальневосточных морях. Для каждой пространственной ячейки изучаемого района выполнен стандартный пространственно-временной анализ. Наибольшие отрицательные значения ПСТ отмечены осенью и зимой в районах с наибольшими значениями температуры поверхности моря, в зоне влияния теплых течений Куроисио и Цусимского. Скорее всего, это связано с действием зимнего муссона, для которого характерны большие скорости ветра, несущие с материка более сухой воздух, чем летний муссон приносит с центральной части Тихого океана. Положительные значения параметра в областях квазистационарных апвеллингов также имеют простое физическое объяснение, так как в них может происходить конденсация влаги из-за более низкой температуры поверхности океана. Эти особенности также можно увидеть в пространственном распределении первой моды ЕОФ. Временная функция первой моды ЕОФ характеризуется низкочастотной модуляцией, наиболее выраженной для зимних максимумов, с периодом около 6 лет. Анализ однонаправленных трендов показал, что наиболее интенсивные межгодовые изменения проявляются осенью. Значимые отрицательные тренды обнаружены в районе Сангарского пролива и в целом у берегов Японии, положительные – в Амурском лимане, вблизи Шантарских островов и в Тихом океане вдоль южной границы рассматриваемой области.

Ключевые слова: гармоника, сезонные вариации, поток скрытого тепла, тренд, данные реанализа, цикличность.

Под потоком скрытого тепла понимаются его затраты на фазовые переходы при взаимодействии атмосферы и гидросферы – потери в океане при испарении и таянии льда, и поступлении при конденсации и льдообразовании (поток тепла из атмосферы в океан принято считать положительным, а в обратном направлении – отрицательным) (Будыко, 1956). Причем поток тепла из океана при испарении считается одной из наиболее важных составляющих теплового баланса, на него, помимо температуры испаряющей поверхности, существенное влияние оказывают влажность воздуха и скорость ветра. Несмотря на важность данного параметра для климатических исследований, пространственно-временная изменчивость потока скрытого тепла в северо-западной части Тихого океана редко рассматривается как самостоятельная характеристика, отметим в этом отношении работу (Пономарев и др., 2012), хотя в ней больше внимания уделено тропическим областям и северо-восточной части океана. Информационной основой этого исследования послужили данные реанализа, которые позволяют детально анализировать пространственно-временную изменчивость составляющих теплового баланса, аналогичный подход реализован и в данной работе.

Для Охотского моря и прилегающих к нему акваторий сформированы ряды среднемесячных значений исходящего длинноволнового излучения данным реанализа ERA5 продолжительностью в 25 лет (1998–2022 гг.). В каждой пространственной ячейке размером около 0,25×0,25 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. Такие коэффициенты были рассчитаны для каждого месяца отдельно, для среднегодовых значений, а также для средних значений LWRF за сезон. Помимо этого были рассчитаны амплитуды и фазы гармоник с периодом от 3 до 11 лет, кратных году. Выполнено разложение на пространственные и временные составляющие методом естественных ортогональных функций (ЕОФ).

Наибольшие отрицательные значения ПСТ обнаружены осенью (до -30 МДж/м^2) и зимой (до -25 МДж/м^2) в районах с наибольшими значениями температуры поверхности моря, в зоне влияния теплых течений Куро시오 и Цусимского (см. рис.). Скорее всего, это связано с действием зимних муссонов, для которых характерны высокие скорости ветра, несущие сухой воздух с материка. В весенне-летний период наблюдается уменьшение абсолютной величины ПСТ (до -6 МДж/м^2 в южной части исследуемого района), а в районах квазистационарных апвеллингов он меняет свой знак (максимальное положительное значение составляет около $1,5 \text{ МДж/м}^2$). Этому есть простое физическое объяснение, поскольку в этих районах может происходить конденсация влаги из-за более низкой температуры поверхности океана.

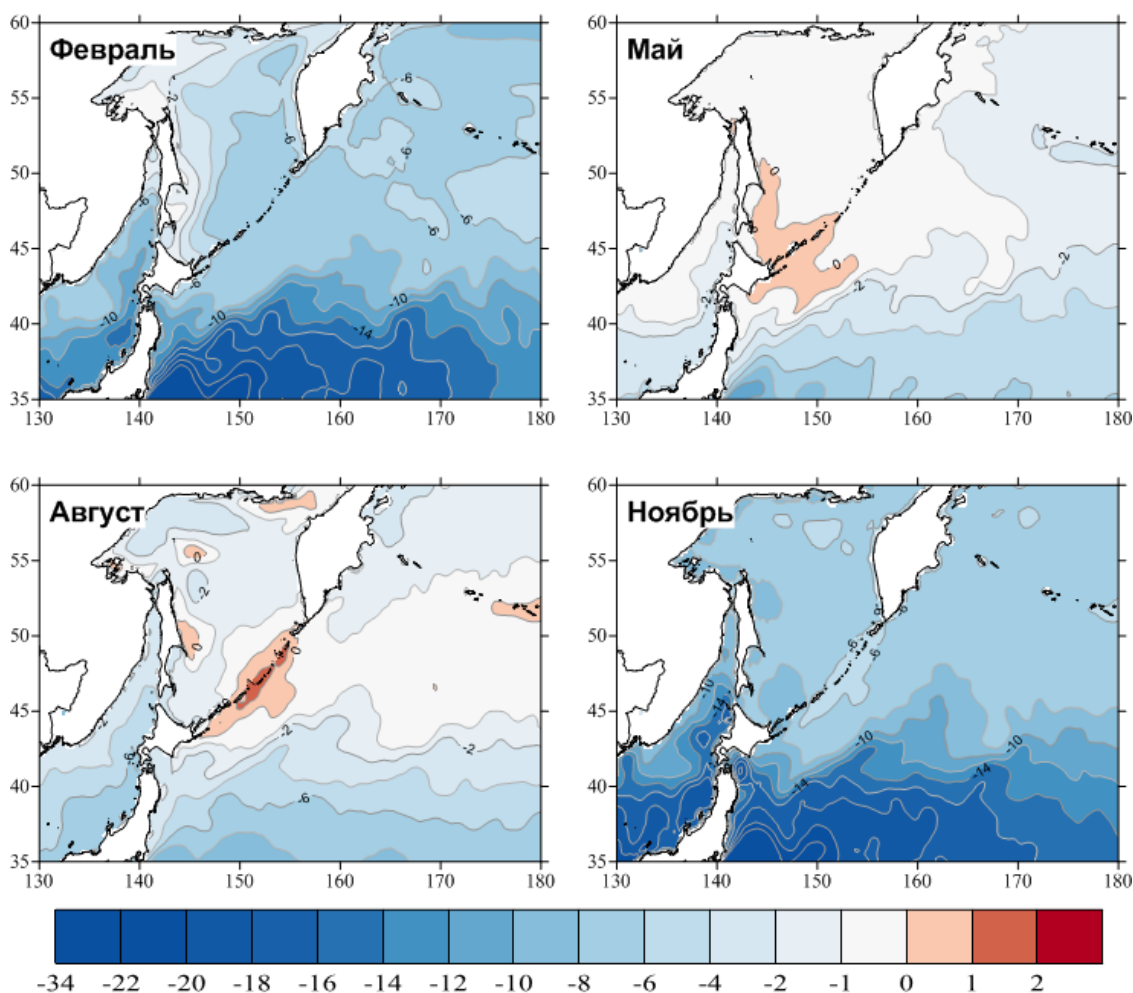


Рисунок. Среднее многолетнее значение (1998-2022 гг.) потока скрытого тепла (МДж/м^2) в разные месяцы

Для оценки средних колебаний ПСТ в течение года рассмотрим амплитуды и фазы сезонных гармоник. Большая часть дисперсии ПСТ приходится на годовую гармонику. Амплитуда этой гармоники максимальна в зоне влияния теплых течений Куро시오 и Цусимского. Фаза годовой гармоники соответствует максимуму в июле. Заметные

амплитуды полугодовой гармонике характерны для регионов со сложным годовым циклом, плохо описываемым годовой гармоникой. К таким территориям относятся северо-западная часть Охотского моря, прибрежные районы у побережья острова Сахалин и восточнее островов Хоккайдо и Хонсю.

Для первоначальной оценки межгодовых колебаний ПСТ обратимся к методу ЕОФ. Первая мода ЕОФ объясняет 94,5% дисперсии изучаемого параметра. Пространственное распределение этой моды аналогично вышеупомянутому распределению амплитуды годовой гармонике, причем все значения отрицательны. Временная функция основной моды имеет выраженный годовой ход с максимальными значениями в декабре и январе и минимальными значениями в июле и июне. Для неё также характерна низкочастотная модуляция, которая наиболее выражена для зимних максимумов с периодом около 6 лет. Вторая мода ЕОФ объясняет 1,4% общей дисперсии ПСТ и является гораздо более сложной. Временная функция этого режима описывается комбинацией годовых и полугодовых гармоник.

В условиях глобальных изменений климата, при изучении гидрометеорологических параметров большое внимание уделяется обычно выявлению однонаправленных тенденций. В этой связи такой анализ был выполнен и для потока скрытого тепла в СЗТО и дальневосточных морях. Зимой и весной отмечена слабо выраженная тенденция к возрастанию потока скрытого тепла в Беринговом море, северной и северо-восточной части СЗТО и в восточной части Охотского моря. В Тихом океане южнее параллели 45° с.ш., в северной части Охотского и Японского морей такая же слабая тенденция к его снижению. Летом на большей части изучаемой области отмечены незначительные отрицательные тренды. Наиболее интенсивные межгодовые изменения выявлены осенью. Значимые отрицательные тренды обнаружены в районе Сангарского пролива и в целом у берегов Японии, положительные – в Амурском лимане, вблизи Шантарских островов и в Тихом океане вдоль южной границы рассматриваемой области. В целом можно отметить сравнительно слабые однонаправленные тенденции в изменениях ПСТ в дальневосточных морях и СЗТО.

Анализ циклических составляющих показал неравномерное распределение амплитуд межгодовых колебаний ПСТ в пространстве. Наибольшего значения межгодовые вариации достигают на юге исследуемого района, где также обнаружены высокие сезонные вариации показателя. Летом амплитуда колебаний достигает 1,5 МДж/м², а зимой – 5 МДж/м². При этом максимальная площадь значительных колебаний (более половины наибольшей амплитуды на акватории) приходится в зимний период на циклическую составляющую с периодом 5 лет, а летом - с периодом 6 лет.

Список литературы

- Будыко М.И. 1956. Тепловой баланс земной поверхности. Л.: ГИМИЗ, 256 с.
Пономарев В.И., Петрова В.А., Дмитриева Е.В. 2012. Климатическая изменчивость составляющих теплового баланса поверхности северной части Тихого океана. Известия ТИНРО 169: 67–76.

Исследования восточного сектора Арктики: настоящее и будущее

О.А. Мазникова¹, А.А. Байталюк^{1,2}, П.О. Емелин¹

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

e-mail: maznikovao@vniro.ru

Аннотация. Освоение и использование ресурсов Арктики является одним из приоритетных направлений России для обеспечения собственных экономических и геополитических интересов. Арктическая зона обладает значительным потенциалом по добыче водных биологических ресурсов, а их рациональное использование и сохранение основано на данных регулярных научных наблюдений. По результатам экосистемных исследований морей Чукотского, Восточно-Сибирского и Лаптевых были сформированы представления о состоянии сырьевой базы и оценены перспективы промышленного рыболовства. Развитие рыболовства в Арктике связано в том числе и с поддержкой традиционного рыболовства коренных малочисленных народов Севера. Это подразумевает организацию и выполнение исследований экосистем морского побережья, эстуариев и нижнего течения крупных рек. Полученные данные позволяют оценить перспективы и дать научно обоснованные рекомендации по развитию промышленного, традиционного и любительского рыболовства.

Ключевые слова: Арктика, Арктическая зона, водные биологические ресурсы, промышленное рыболовство, перспективы развития.

Арктика — перспективный регион для добычи водных биологических ресурсов, а их рациональное использование и сохранение для будущих поколений является неотъемлемой частью государственной политики (Колончин, Серегин, 2021; Мазникова, Емелин, 2021, 2022; Колончин, Бетин, 2022). Вместе с тем, развитие промышленного рыболовства в арктическом регионе, в целом, и в его восточном секторе, в частности, тормозит слабая изученность состояния запасов водных биоресурсов и среды их обитания. В настоящее время исследования направлены преимущественно на изучение гидрологических условий, а также состояния планктонных сообществ и морских млекопитающих. Ключевыми факторами, сдерживающими изучение восточного сектора Арктики, являются сложные гидрологические условия, в том числе, длительное сохранение ледовых массивов, и отсутствие научно-исследовательского флота ледового класса.

Учитывая стратегическую значимость региона, в начале XXI века специалистами ФГБНУ «ВНИРО» и его Тихоокеанского филиала в летне-осенний период на НИС «ТИНРО» и НИС «Профессор Леванидов» было выполнено восемь комплексных экосистемных исследований морей Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское. Их результаты позволили оценить среднесрочные перспективы промышленного рыболовства. В частности, были подготовлены научно обоснованные рекомендации по организации специализированного промысла минтая (*Gadus chalcogrammus*) в Чукотском море, начиная с 2021 года (приказы Минсельхоза России от 09.10.2020 № 601, от 19.10.2021 г. №711, от 30.09.2022 г. №648, от 25.08.2023 №692) и оценен ресурсный потенциал камбаловых (Pleuronectidae) и тресковых (Gadidae) видов рыб (Мазникова, Емелин, 2022; Maznikova et al., 2022, 2023; Emelin et al., 2022, 2023). Помимо этого, на фоне изменения климата была отмечена бореализация ихтиофауны восточного сектора Арктики, позволяющая ожидать рост ресурсного потенциала тресковых рыб, что сделает возможным организацию их полномасштабного промышленного рыболовства.

Развитие рыболовства в Арктике связано не только с промышленным освоением водных биологических ресурсов, но и с поддержкой традиционного рыболовства коренных малочисленных народов Севера. Это подразумевает организацию и выполнение

исследований экосистем морского побережья, эстуариев и нижнего течения крупных рек. На этих акваториях сосредоточены запасы осетровых (Acipenseridae), сиговых (Coregonidae), лососевых (Salmonidae), тресковых и других видов рыб, а также представителей сем. Миноговых (Petromyzontidae) (Черешнев, Кириллов, 2007; Кириллов, 2009; Кириллов и др., 2014; Ульченко и др., 2016 и др.). В настоящее время здесь, главным образом, выполняют фаунистические исследования, которые дают представление только о таксономическом составе ихтиоценов без каких-либо количественных оценок.

По нашему мнению, процесс становления и развития арктического блока рыбохозяйственного кластера Российской Федерации должен основываться на результатах регулярных научных исследований водных биологических ресурсов и среды их обитания. На первых этапах научные изыскания необходимо осуществлять в перспективных районах, к которым в восточном секторе Арктики, помимо морской акватории, относятся Новосибирское мелководье, приустьевые участки рек Хатанга, Анабар, Оленек, Лена, Яна, Индигирка, Колыма и Амгуэма, а также Чаунская и Колочинская губы и лагуна Ванкарем. Полученные результаты комплексных экосистемных исследований позволят не только оценить состояние запасов водных биоресурсов и среды их обитания, но и получить данные для оценки последствий климатических перестроек и разработки полезных ископаемых.

Основным драйвером развития Арктической зоны выступает Северный морской путь, являющейся стратегически важной для России транспортной «артерией». Строительство объектов его инфраструктуры, включая создание ледокольного и рыболовного флота, современных портов – все это, в конечном счете, определит уровень социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации и качества жизни ее населения в ближайшие десятилетия. При этом динамичное и устойчивое развитие Арктической зоны, может оказать существенный мультипликативный эффект для российской экономики в целом. Однако, полноценное использование возможностей, которыми располагает Арктическая зона, не представляется возможным без научной составляющей и инновационного обеспечения.

Список литературы

Кириллов А.Ф. 2009. Первые сведения по видовому составу и история формирования ихтиофауны реки Омолой (бассейн моря Лаптевых) // Вопросы ихтиологии. Т. 49. №. 5. С. 654-660.

Кириллов А.Ф., Книжин И.Б., Романов В.И. 2014. Обзор рыбообразных и рыб пресных вод бассейнов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского // Байкальский зоологический журнал. №. 1. С.31-38

Колончин К.В., Серегин С.Н. 2021. Рыбный промысел в Арктике: запасы и потенциал биомассы водных биоресурсов для их промышленного освоения // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве № 4 (73). С 75-89

Колончин К.В., Бетин О.И. 2022. XXI век – век Арктики // Труды ВНИРО. Т. 188. С.5-12

Мазникова О.А., Емелин П.О. 2021. Особенности биологии и пространственного распределения сайки (*Coreogadus saida*) в Восточно-Сибирском море // Океанологические исследования: материалы IX конференции молодых ученых, 29-30 апреля 2021 г., Владивосток, Россия. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 205 с.

Мазникова О.А., Емелин П.О. 2022. Перспективы отечественного рыболовства в морях восточного сектора Арктики // «XII Международный форум АРКТИКА: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ»: сборник докладов, 8–9 декабря 2022 г., Санкт-Петербург, Россия, 2022. С. 83-88.

Приказ Минсельхоза России от 09.10.2020 г. № 601 «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2021 год».

Приказ Минсельхоза России от 19.10.2021 г. № 711 «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2022 год».

Приказ Минсельхоза России от 30.09.2022 г. № 648 (ред. от 14.08.2023) «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2023 год».

Приказ Минсельхоза России от 25.08.2023 г. № 692 «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2024 год».

Черешнев И. А., Кириллов А. Ф. 2007. Рыбообразные и рыбы морских и пресных вод бассейнов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. №. 2. С. 95-106.

Ульченко В.А., Матковский А.К., Степанов С.И., Кочетков П.А., Янкова Н.В., Гадинов А.Н. 2016. Рыбные ресурсы и их использование в эстуариях морей Карское и Лаптевых // Труды ВНИРО. Т. 160. С. 116-132.

Emelin P. O., Maznikova O. A., Benzik A. N., Sheibak A. Yu., Trofimova A. O., Orlov A. M. 2022. Invader's portrait: Biological characteristics of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* in the western Chukchi Sea // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. Vol. 206. 105211.

Emelin, P.O., Maznikova O.A., Orlov A.M. 2023. Polar cod (*Boreogadus saida*) as a key fish species of marine ecosystem of the Laptev Sea // 2023 Alaska Marine Science Symposium Abstracts & Poster Presentations (January 23-27, 2023, Dena'ina Civic and Convention Center, Anchorage, Alaska). NPRB. P. 220.

Maznikova O. A., Emelin P. O., Sheibak A. Yu., Nosov A. M., Orlov A. M. 2022. Can an invader support commercial fishing? A case study of walleye pollock *Gadus chalcogrammus* in the western Chukchi Sea // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. Vol. 207. 105222.

Maznikova O.A., Emelin, P.O., Orlov, A.M. 2022. Polar cod (*Boreogadus saida*) of the Siberian Arctic: distribution, stocks and biology // Ecosystem Studies of Subarctic and Arctic Seas (ESSAS) Annual Science Meeting 2022 Book of Abstracts, p. 13

Maznikova O.A., Emelin P.O., Baitalyuk A.A., Vedishcheva E.V., Trofimova A.O., Orlov A.M. 2023. Polar cod (*Boreogadus saida*) of the Siberian Arctic: Distribution and biology // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. Vol. 208. 105242.

Результаты исследований линейного роста леща (*Abramis brama* L., 1758) Нижекамского водохранилища

К.В. Майданов, Ю.А. Северов

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»), г. Казань
e-mail: maydanovk@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований линейного роста леща Нижекамского водохранилища по результатам уловов 2020–2022 гг. с использованием метода обратных расчислений. Для описания роста составлено уравнение Берталанфи.

Ключевые слова: *Abramis brama*, темп роста, метод прямой пропорциональности, уравнение Берталанфи, прирост, удельная скорость роста.

Введение. Лещ *Abramis brama* L., 1758 – типичный представитель понто-каспийского пресноводного фаунистического комплекса, широко распространенный в Волжско-Камском крае и встречающийся в водохранилищах и во всех крупных притоках Волги и Камы. Как высокопластичный вид, он успешно размножается в условиях Нижекамского водохранилища и доминирует в промысле, составляя почти половину от общего вылова (Бартош, 2006).

Биоэкологические и популяционные показатели данного вида достаточно активно изучались специалистами в первые годы существования водохранилища и представлены в ряде работ (Гончаренко, 1985; Махотин, 1985; Тележникова, Северов, 2017). Однако в настоящее время исследования характеристики роста леща Нижекамского водохранилища отсутствуют, что делает актуальным изучение показателей роста данного важного промыслового вида.

Материалы и методы. Ихтиологический материал собирался в период 2020–2022 гг. в ходе исследований, проводимых Татарским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО») на контрольно-наблюдательных пунктах и научно-промысловых судах с использованием разноячейных сетей и траловых съемок соответственно.

Полевая и камеральная обработка проводилась согласно общепринятым методическим рекомендациям. Темп роста восстанавливали по чешуе, используя метод прямой пропорциональности «Dahl–Lea» (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Описание роста леща проводилось по данным наблюдений, методу обратных расчислений, показателям прироста и уравнению Берталанфи; удельную скорость роста вычисляли по формуле Шмальгаузена и Броди (Мина, Клевезаль, 1976).

Статистическая обработка проводилась с использованием программных обеспечений MS Office 2013 и STATISTICA v12.0 (Ивантер, Коросов, 2011). Коэффициенты для составления уравнения Берталанфи вычислялись в программной среде R (пакеты FSA, car, lsmeans, nlstools).

Результаты и их обсуждение. Исследовано 854 экземпляра (экз.) леща (в т. ч. самцы – 324 экз., самки – 450 экз. и 80 – неполовозрелые особи) с длиной тела 15,3–45,5 см в возрасте 4–16 лет. В результате сравнительного анализа размеров тела самцов и самок значимых отличий по критерию Стьюдента не выявлено ($t=0,4$ при $p \leq 0,05$), поэтому все расчеты сделаны для объединенной группы.

Выявлена положительная корреляционная зависимость между радиусом чешуи и общей длиной тела рыбы ($r=0,96$), которая описывается уравнением регрессии:

$$y = 54,2x + 37,5 (R^2 = 0,88),$$

где x – ширина годовых колец, мм; y – длина рыбы, мм.

Полученные значения коэффициентов корреляции и детерминации позволили применить метод обратных расчислений линейного роста, результаты которого положительно коррелировали с данными натурных наблюдений ($R^2=0,91$) (рис.).

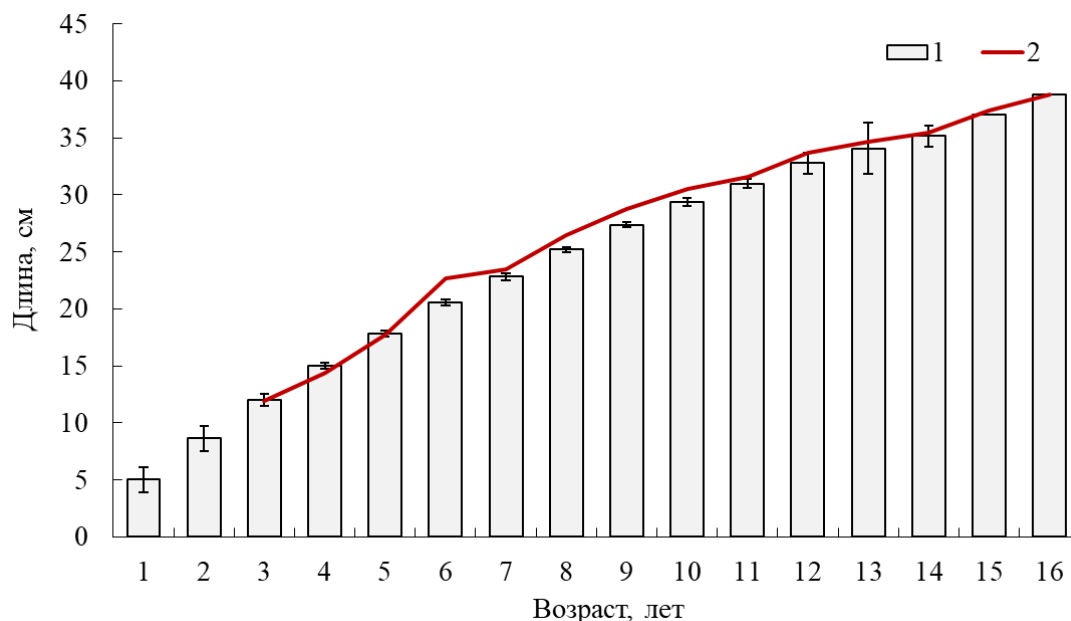


Рисунок. Линейный рост леща Нижнекамского водохранилища: 1 – по данным натурных наблюдений, 2 – по данным обратных расчислений (2020–2022 гг.)

В ходе анализа вычисленных показателей было выделено 2 этапа, характеризующих динамику линейного роста (табл.).

Таблица. Показатели линейного роста леща (Нижнекамское водохранилище, 2020–2022 гг.).

Возраст, лет	Абсолютный прирост, см	Относительный прирост, %	Удельная скорость роста
4	2,5	19,3	0,19
5	3,3	20,3	0,21
6	4,9	24,4	0,24
7	3,8	16,6	0,15
8	3,0	12,1	0,12
9	2,3	8,4	0,08
10	1,8	5,9	0,06
11	1,1	3,5	0,04
12	2,1	6,5	0,06
13	1,0	2,9	0,03
14	0,7	1,9	0,02
15	1,9	5,3	0,05
16	1,4	3,7	0,04

На первом этапе наблюдался наиболее интенсивный рост, отмеченный у особей от 4 до 9 лет. На втором этапе, в возрасте 10 лет и старше, наступает замедление скорости линейного роста. Данная динамика связана с наступлением полового созревания, после которого заметно снижается линейный рост (Кудерский, 1983). Согласно литературным данным массовое созревание особей леща (рис. 2) Нижнекамского водохранилища наступало с 9 лет (Бартош, 2006).

На основе общепринятых моделей был проведен анализ темпа роста и определено отношение длины и массы леща, которое лучше всего описывается степенным уравнением и имеет вид:

$$W = 0,02L^{3,01} (R^2=0,97),$$

где W – индивидуальная масса, г; L – длина, см (рис. 2).

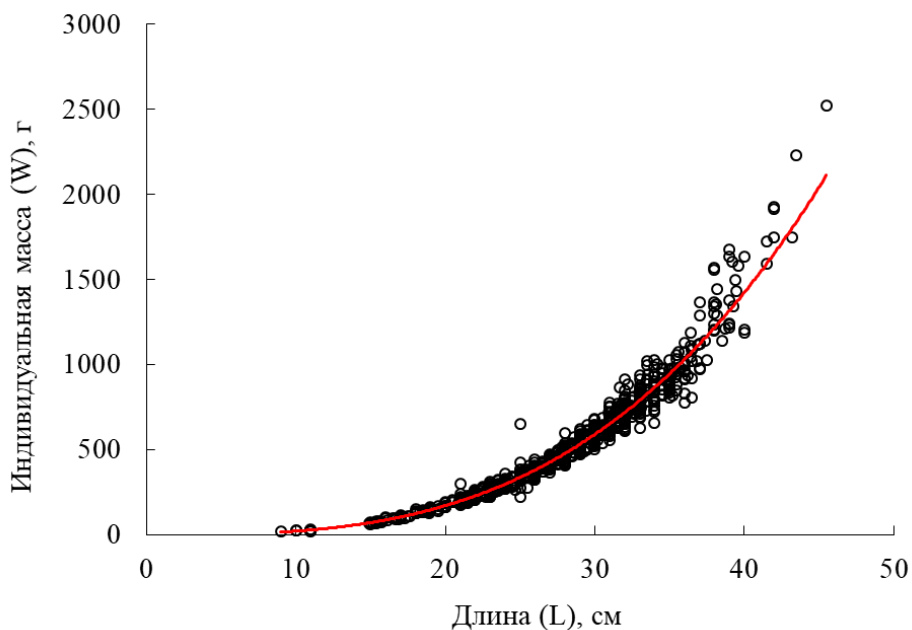


Рисунок 2. Кривая зависимости «длина – масса» по данным натуральных наблюдений (Нижнекамское водохранилище, 2020–2022 гг.)

Значение коэффициента функциональной регрессии из степенной зависимости (3,01) позволило составить уравнение Бергаланфи для описания линейного роста *A. brama*:

$$L_t = 45,7 (1 - \exp^{-0,11(t-0,35)}),$$

где L_t – параметр роста; t – возраст рыбы.

Таким образом, теоретически возможный максимальный размер леща Нижнекамского водохранилища составляет 45,7 см.

Исходя из результатов исследований, можно отметить, что все анализируемые показатели роста указывают, что массовое созревание стада леща начинается с 10 лет, вследствие чего наступает снижение ежегодных приростов длины и массы тела. Подобная динамика роста длины тела характерна для большинства видов рыб (Никольский, 1965).

Список литературы

- Бартош Н.А. 2006. Состояние рыбных ресурсов в Нижнекамском и Куйбышевском водохранилищах в начале XXI столетия. Казань: Отечество. 181 с.
- Гончаренко К.С. 1985. Формирование запасов леща в Нижнекамском водохранилище. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 240: 134-137.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. 2011. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ. 302 с.
- Кудерский Л.А. 1983. Кульминация ихтиомассы возрастных групп у промысловых рыб внутренних водоемов и стратегия рыболовства. Рыб. хоз-во. № 7: 41–43.
- Махотин Ю.М. 1985. Нижнекамское водохранилище как среда обитания ихтиофауны. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 240: 100–107.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных. М.: Наука. 291 с.
- 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.
- Тележникова Т.А., Северов Ю.А. 2017. Оценка состояния популяции леща (*Abramis brama*) Нижнекамского водохранилища по результатам учетных съемок в 2015 г. Природа

Симбирского Поволжья. Ульяновск: Изд-во «Корпорация технологий продвижения». Вып. 17: 33–137.

Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР. 164 с.

Оценка качества воды озера Белого (Вологодская область) в период «цветения» по функциональным группам фитопланктона

Н.Н. Макарёнкова

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВологодНИРО»), г. Вологда
e-mail: mackarenckowa@yandex.ru

Аннотация. В летнее время в озере Белом ежегодно наблюдается «цветение» воды, приводящее к ухудшению её качества. Основным возбудителем «цветения» в нем является цианобактерия *Aphanizomenon flos-aquae*. Для оценки качества воды был использован индекс сообществ фитопланктона (Q). В его основе лежит классификация функциональных групп фитопланктона. Индекс Q, рассчитанный для периода «цветения» воды в Белом озере в 2016–2022 гг., свидетельствует о низком качестве воды ($1,2 \pm 0,12$).

Ключевые слова: фитопланктон, функциональные группы, качество воды, индекс Q, «цветение», озеро Белое, Вологодская область.

В летний период в крупных рыбопромысловых водоемах Вологодской области происходит массовое развитие фитопланктона. Самым большим по площади водоемом (1284 км²), находящимся полностью в границах региона, является озеро Белое. Озеро принадлежит к бассейну Верхней Волги, представляет собой часть Шекснинского водохранилища. Характерной чертой водоема является интенсивное перемешивание воды в связи с мелководностью (средняя глубина – 4,1 м), открытостью и округлой формой. Литоральная зона с зарослями макрофитов выражена в озере слабо. В августе, когда в Белом озере наблюдается второй пик сезонной динамики численности и биомассы фитопланктона, интенсивно развиваются диатомовые, зеленые, криптофитовые водоросли и цианобактерии. Возрастающая роль цианобактерий в структуре альгоценоза приводит к «цветению» воды. Данное явление в рамках мониторинга регистрируется сотрудниками «ВологодНИРО» в озере Белом и в речной части Шекснинского водохранилища в августе – сентябре (Макарёнкова, 2018). «Цветение» воды, вызванное *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Born. & Flah., в Белом озере обнаруживалось ещё до создания Шекснинского водохранилища. В первый год его наполнения (1963) условия обитания цианобактерий были неблагоприятными, их биомасса во второй половине лета была низкой, «цветение» воды не наблюдалось. В последующие годы количество цианобактерий значительно возросло (Кузьмин, 1976). В 1970-х гг. среди цианобактерий преобладал с середины лета и вплоть до замерзания водоема также *A. flos-aquae*. В 1990-е гг. в структуре сообщества увеличилось значение безгетероцистных цианобактерий (Корнева, 2002). При этом основным возбудителем «цветения» остался *A. flos-aquae*, сохранив доминирующее положение и в настоящее время.

«Цветение» воды опасно появлением в воде альготоксинов и других органических соединений, которые выделяются водорослями в процессе жизнедеятельности. В неглубоких водоемах наращенная биомасса фитопланктона, отмирая, не успевает разложиться в толще воды и расходует кислород на окисление органики в придонных слоях. При этом вблизи дна водоема образуются анаэробные зоны, где скапливается метан и сероводород, в илах могут выделяться меркаптаны, биогенные амины типа трупных ядов, аммиак. Формирующийся дефицит растворенного кислорода снижает устойчивость гидробионтов ко многим ядам, и при масштабном «цветении» случаются массовые заморы рыб (Методы оценки..., 2014).

При оценке качества вод, в частности по состоянию фитопланктона, часто применяется индекс сапробности, для расчета которого используются индивидуальные значения индикаторных видов. Несмотря на широкое распространение индекса сапробности, его чувствительность не всегда отвечает задачам исследований. Отсюда возникает интерес к

другим индексам для оценки качества вод. Одним из них является индекс сообществ (Q-индекс). Изначально он был разработан для озер, впоследствии получил более широкое распространение, в том числе стал применяться и для оценки качества воды в реках. Q-индекс основывается на функциональной классификации Рейнольдса (Reynolds et al., 2002), дополненной позднее другими авторами (Padisák et al., 2009). Индекс сообществ рассчитывается по формуле (Padisák et al., 2006):

$$Q = \sum_{i=1}^n p_i F_i,$$

где p_i – доля биомассы i -ой функциональной группы в общей биомассе, F_i – коэффициент этой группы в исследуемом типе водоемов.

Индекс Q изменяется в пределах от 1 до 5, при этом качество воды оценивается как плохое при Q равном 0–1, низкое – 1–2, посредственное – 2–3, хорошее – 3–4, высокое – 4–5 (Семенченко, Разлуцкий, 2011).

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, которые отбирались в августе – сентябре 2016–2022 гг. из фотического слоя воды батометром Паталаса (1 л) с учетом методических рекомендаций. Пробы фитопланктона фиксировались раствором Люголя с добавлением формалина, в последующем через отстаивание осуществлялась их концентрация до 25 мл. Количественная обработка и идентификация водорослей проводились с использованием камеры Нажотта (0,01 мл), микроскопа ЛОМО Микмед 6. Биомасса определялась объемно-расчетным методом, удельный вес водорослей принимался равным 1 г/м³. Индекс сообществ был подсчитан для каждой пробы отдельно, затем полученные значения усреднялись.

Характер фитопланктона Белого озера определялся диатомовыми, зелеными, криптофитовыми водорослями и цианобактериями. В меньшей степени были представлены другие отделы. Наиболее часто в сообществе встречались цианобактерия *Aphanizomenon flos-aquae*, диатомовые *Actinocyclus normanii* (Greg. ex Grev.) Hust., *Aulacoseira islandica* (O.Müll.) Sim., *A. ambigua* (Grun.) Sim., *Asterionella formosa* Hass., *Stephanodiscus* sp., криптофитовые *Cryptomonas marssonii* Skuja, *Komma caudata* (Geitler) D.R.A.Hill. Биомасса фитопланктона в озере Белом летом – в начале осени в среднем равнялась 9,5 г/м³. В значительной степени её величины были обусловлены количеством диатомовых (55%) и синезеленых (26%) водорослей, которые формировали также основную численность клеток – 18% и 75% соответственно. В среднем численность фитопланктона составила 87,1 млн кл./л.

Во время «цветения» в Белом озере отмечены А, В, С, D, E, F, H1, H2, J, K, Lo, M, MP, N, P, S1, T, Tb, W1, W2, X1, X2, Y функциональные группы. Из них наиболее крупными были J (17%), P (10%), MP (9%), F (9%) и Lo (8%). Группа J объединяет обитателей мелководных интенсивно перемешиваемых богатых питательными веществами водоемов. К ним относятся виды хлорококковых зеленых, в частности из родов *Coelastrum* Näg., *Crucigenia* Morr., *Pediastrum* Meyen, *Scenedesmus* Meyen, *Tetraëdron* Kütz., чувствительные к уровню освещенности. Организмы в коде P нуждаются в перемешиваемом слое воды толщиной 2–3 м в водоемах высокого уровня трофии. Эта ассоциация может быть представлена в мелководных озерах, а также в эпилимнионе стратифицированных озер. В Белом озере из этой группы были отмечены *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., *Fragilaria* spp., *Fragilaria crotonensis* Kitt., виды *Closterium* Nitzsch ex Ralfs и *Staurastrum* Meyen ex Ralfs. Код MP – обитатели мелководных водоемов в высокой мутностью неорганического происхождения. Из них были зарегистрированы виды родов *Cymbella* Ag., *Navicula* Bory, *Surirella* Turp. и *Ulothrix* sp. В этой группе также учитываются случайно- или факультативно-планктонные автотрофы (в основном диатомовые). Код F – хлорококковые зеленые водоросли, образующие колонии, в том числе *Botryococcus* Kütz., *Coenococcus* Kors., *Dictyosphaerium* Näg., *Eutetramorus* Walton, *Oocystis* A.Br., *Sphaerocystis* Chod. Они предпочитают глубоко перемешиваемые мезотрофные водоемы. К функциональной группе Lo в озере относились хроококковые цианобактерии (виды родов *Chroococcus* Näg.,

Coelosphaerium Näg., *Merismopedia* Meyen, *Snowella* Elenk., *Woronichinia* Elenk.) и динофлагелляты (*Peridinium* sp.). Ло-организмы обитают в водоемах глубоких и мелководных, от олиго- до эвтрофных, от средних до крупных.

Aphanizomenon flos-aquae, вызывающий ежегодные «цветения» в Белом озере, относится к коду Н1, присутствующему в альгоценозе небольшим числом таксонов. Среди других представителей этой группы были также зарегистрированы виды из рода *Dolichospermum* (Ralfs ex Born. & Flah.) Wacklin, Hoffmann & Kom. Код Н1 объединяет водоросли, предпочитающие эвтрофные, стратифицированные и мелководные водоемы с низким содержанием азота, но чувствительные к перемешиванию, низкой освещенности и недостатку фосфора.

В период «цветения» средняя величина Q составила $1,2 \pm 0,12$, что соответствует низкому качеству воды. При этом индекс сапробности по численности и по биомассе фитопланктона изменялся в пределах от 1,5 до 2,3 и от 1,5 до 2,4 соответственно (Макарёноква, 2019). В Белом озере к видам, указывающим уровень органического загрязнения, относятся 39% от общего числа видов фитопланктона. По числу таксонов выделяются олиго- β -мезосапробионты (α - β) – 25% от всего количества индикаторов и β -олигосапробионты (β - α) – 20%. По усредненному значению индекса сапробности озеро является β -мезосапробным водоемом с умеренно загрязненными водами.

Наименьшее значение Q -индекса ($0,7 \pm 0,09$) было отмечено в 2022 г., при наиболее интенсивном развитии фитопланктона ($11,8 \text{ г/м}^3$ и $93,6 \text{ млн кл./л}$), в частности цианобактерий (84% общей численности и 31% биомассы). Подобная зависимость индекса сообществ от количества и структуры фитопланктона наблюдалась в Рыбинском водохранилище (Корнева, 2021), где было установлено, что увеличение доли цианобактерий приводит к снижению величины Q .

Ежегодные «цветения» воды в озере Белом ухудшают санитарную обстановку и условия обитания для других гидробионтов. Индекс сапробности, указывающий на органическое загрязнение, характеризует воды как умеренно загрязненные. Индекс сообществ фитопланктона, основанный на функциональной классификации водорослей и оценивающий комплексное воздействие на экосистему, свидетельствует о низком качестве воды в период «цветения».

Работа выполнена в рамках государственного задания № 076-00004-23-00.

Список литературы

Корнева Л.Г., Соловьева В.В. 2021. Динамика морфофункциональных групп фитопланктона Рыбинского водохранилища и оценка качества его вод по индексу сообществ. Водные ресурсы 48(1): 52-60. DOI: 10.31857/S032105962101020X

Корнева Л.Г. 2002. Фитопланктон. В: А.С. Литвинов (ред.) Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 90—105.

Кузьмин Г.В. 1976. Водоросли планктона Шекснинского и сопредельной акватории Рыбинского водохранилищ. В: М. М. Камшилов (ред.) Биология, морфология и систематика водных организмов. Л.: Наука, 3—60.

Макарёноква Н.Н. 2018. «Цветение» воды как показатель современного состояния фитопланктона озера Белого Вологодской области. II Всероссийская научная конференция с международным участием «Рыбохозяйственные водоёмы России: фундаментальные и прикладные исследования». Санкт-Петербург, 252–256.

Макарёноква Н.Н. 2019. Сапробиологическая оценка состояния вод по фитопланктону крупных озер Вологодской области в 2016–2018 гг. V международная конференция «Современное состояние водных биоресурсов». Новосибирск: НГАУ, 268-270.

Методы оценки токсического влияния фитоценозов планктона на формирование качества поверхностных вод суши. Р 52.24.809-2014.

Семенченко В.П., Разлуцкий В.И. 2011. Экологическое качество поверхностных вод. Минск: Белорусская наука, 329 с.

Padisák J., Borics G., Grigorszky I., Soróczy-Pintér É. 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia* 553: 1-14. DOI 10.1007/s10750-005-1393-9

Padisák J., Crossetti L. O., Naselli-Flores L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1-19. DOI 10.1007/s10750-008-9645-0

Reynolds C.S., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L., Melo S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24(5): 417-428.

Гистологические исследования гонад сельди-черноспинки *Alosa kessleri kessleri* (Grimm, 1887) в период нерестовой миграции 2023 г.

О.В. Макеева, Е.Г. Макарова, Н.В. Козлова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: olga_makeeva_99@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследования гонад сельди-черноспинки, выловленной в реке Волге в период нерестовой миграции особей в 2023 году. Описаны нарушения структуры ядра, цитоплазмы и оболочек клеток, обнаруженные гистологическими методами. Выявленные нарушения в строении ооцитов сельди-черноспинки являются причиной к снижению репродуктивного потенциала рыб.

Ключевые слова: сельдь-черноспинка, гонады, ооциты, гистологические нарушения.

Сельдь-черноспинка или проходная сельдь *Alosa kessleri kessleri* (Grimm, 1887) - один из наиболее ценных промысловых объектов, обитающих в акватории Каспийского моря. Плодовитость является показателем состояния репродуктивной системы особей, характеризующим эффективность воспроизводства вида (Войнова, 2021). В последние годы с начала апреля по июнь в дельте р. Волга складывается температурный и водный режим, приводящий к изменениям нормального течения нерестовой миграции. Устанавливаются неблагоприятные условия, которые могут влиять на состояние ооцитов особей (Войнова и др., 2021, 2022).

В данной работе для оценки воспроизводительной способности и эффективности нереста сельди-черноспинки был проведен гистоморфологический анализ половых желез самок.

Оценка состояния яичников проходной сельди проводилась на основе материала, собранного от 30 экз. самок, согласно инструкциям по сбору и первичной обработке материалов (Инструкции по сбору ..., 2011), весной 2023 г. в период нерестовой миграции в р. Волге на рыболовных участках «Тоня Глубокая» и «Тоня Гранная».

Отобранные фрагменты гонад размером около 1x1 см фиксировались в жидкости Буэна. Для получения парафиновых блоков кусочки органов выдерживались в спиртах восходящей концентрации, целлоидин-касторовом масле и хлороформовой «каше» (Микодина и др., 2009). Толщина срезов, полученных на микротоме, составляла не более 4 микрон.

Анализ полученных гистологических препаратов производился с помощью микроскопа Olimpus VX40 с встроенной камерой Tourcam 5.1 mp. Частота встречаемости клеток с морфологическими нарушениями рассчитывалась при просмотре 100 клеток на срезе. Более 12 резорбированных клеток из 100 просмотренных считалось основанием для отнесения самки к числу особей с нарушениями развития гонад.

Мониторинг состояния репродуктивной системы сельди-черноспинки является одним из важных инструментов оценки состояния популяции на данный момент (Пятикопова и др., 2012). В ходе гистологического анализа половых желез сельди-черноспинки, отловленной в период ее нерестовой миграции в р. Волге в 2023 г., было выявлено, что у 11,5% особей гонады преимущественно находились на III – IV стадии зрелости гонад (СЗГ) (рис. 1а), у 15,4% в фазе созревания (IV СЗГ) и у 73,1% обнаружено икротетание (V СЗГ) (рис. 1б).

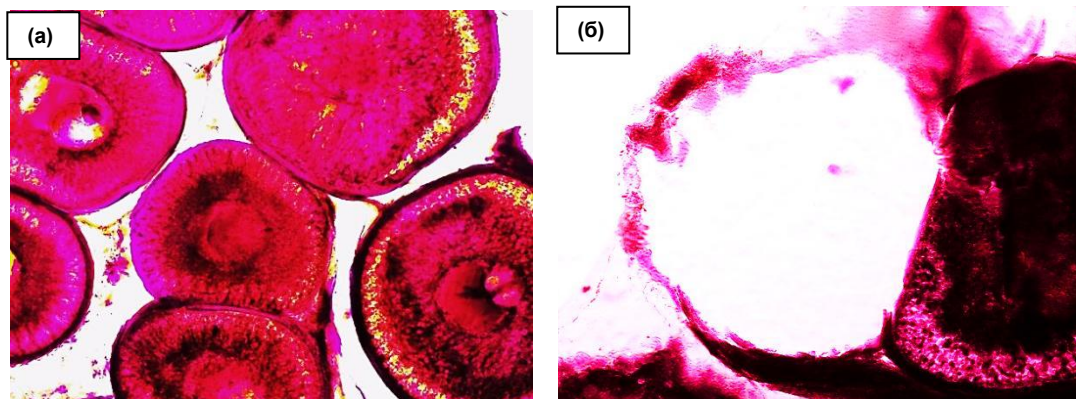


Рисунок 1. Яичники проходной сельди а) III – IV СЗГ; б) V СЗГ.
Окраска кислым фуксином с докраской по Маллори. Увеличение 10x10

В ходе исследования было выявлено, что созревание ооцитов старшей генерации в яичниках 58% исследованных самок сопровождалось частичной резорбцией (рис. 2), затронувшей в среднем 17% яйцеклеток (при индивидуальных показателях от 5% до 45% резорбированных ооцитов).

Наибольший процент резорбции отмечался в ооцитах IV СЗГ. На гистологических препаратах просматривались следующие нарушения: отслоение желточной оболочки (у 45% исследованных самок), изменение формы клеток (у 16%) и неоднородность желточных включений (у 9%) (рис. 2). Такие изменения характерны для начальной стадии резорбции ооцитов рыб.

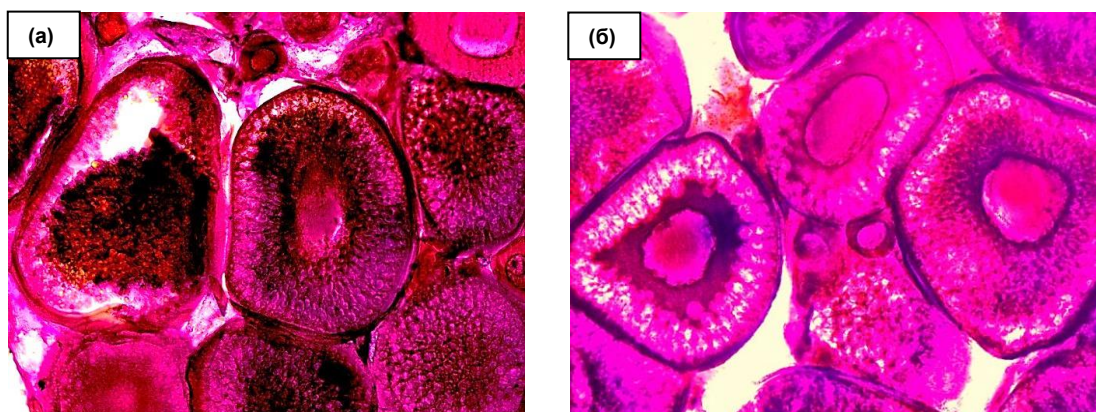


Рисунок 2. Нарушения строения ооцитов сельди-черноспинки: изменение формы клетки и разрушение цитоплазмы (а), неоднородность желточных включений (б)
Окраска кислым фуксином с докраской по Маллори. Увеличение 10x10

Выявлено, что гибель небольшой части ооцитов трофоплазматического роста в яичниках сельди-черноспинки происходит постоянно и считается частью их нормального функционирования (Жукова и др., 2023). Этот процесс обеспечивает соответствие числа яйцеклеток энергетическим возможностям организма, характеризуя индивидуальную плодовитость особи. Также в ходе гистологического исследования гонад самок сельди-черноспинки были выявлены единичные случаи дегенеративных изменений ооцитов старшей генерации и патологий ядерного аппарата клетки.

Средняя масса и длина рыб, отобранных на рыболовном участке «Тоня Гранная» составили $29,6 \pm 0,43$ см (диапазон от 25 до 30 см) и $308,8 \pm 10,22$ г (диапазон от 258 до 324 г) соответственно. Размерно-весовые характеристики особей, выловленных на участке «Тоня Глубокая», были больше и составляли $32,9 \pm 0,51$ см (диапазон от 31 до 36 см) и $447,5 \pm 25,11$ г (диапазон от 352 г до 595 г). Сравнительный анализ выявил, что доля ооцитов с

нарушениями развития на двух исследованных тоневых участках была примерно одинакова и достигала 17% (табл.).

Таблица. Частота встречаемости проходной сельди с резорбцией в период нерестовой миграции в р. Волге.

Место отбора	Дата отбора	Температура воды, °С	Доля самок с нарушениями развития гонад, %	Доля ооцитов с нарушениями развития, %
РЛУ «Тоня Гранная»	18.05.23	12,2	56	16,5
РЛУ «Тоня Глубокая»	23.05.23	12,0	60	16,8

Следует отметить, что процент самок с нарушениями развития гонад в период нерестовой миграции в р. Волге остается высоким и составляет в среднем 58%, что сопоставимо с результатами прошлых лет (Дубовская, 2020), и, в итоге, может привести к снижению репродуктивного потенциала сельди-черноспинки.

Список литературы

Войнова Т.В. 2021. О плодовитости сельди-черноспинки *Alosa kessleri kessleri* (Grimm, 1887). Вестник Астраханского государственного технического университета. Рыбное хозяйство № 3: 77-85. DOI 10.24143/2073-5529-2021-3-77-85.

Войнова Т.В., Барабанов В.В., Чаплыгин В.А. 2022. О причинах снижения нерестового запаса сельди-черноспинки на Нижней Волге. Вопросы рыболовства № 2: 189-200.

Дубовская А.В. 2020. Гистоморфологический анализ состояния репродуктивной системы сельди-черноспинки в период 2013-2017 годов. Современная наука: перспективы, достижения и инновации: 27-30.

Жукова К.А., Емельянова Г.Е., Кузищин К.В., Груздева М.А. 2023. Состояние гонад проходной сельди-черноспинки *Alosa kessleri kessleri* (Alosidae) Нижней Волги в период нерестовой миграции. Вопросы ихтиологии 63(4): 442-449.

Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. 2011. Изд-во: КаспНИРХ, 193 с.

Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. 2009. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 112 с.

Пятикопова О.В., Чавычалова Н.И., Власенко С.А., Фомин С.С. 2012. Особенности естественного воспроизводства проходной сельди-черноспинки в условиях современного гидрологического режима р. Волги. Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ: сборник материалов докладов всероссийской конференции. Ижевск: Издатель Пермьяков С.А., 231-233.

Гаплотипирование палии *Salvelinus alpinus* Ладожского озера по фрагменту контрольного региона мтДНК

А.Э. Мамаева¹, Т.А. Филатова², О.В. Аналикова²

¹ФГБОУ ВО «СПбГУВМ», г. Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГОСНИОРХ» им. Л.С. Берга), г. Санкт-Петербург

e-mail: anastasiamaeva43@gmail.com

Аннотация. В ходе исследования контрольного региона митохондриальной ДНК длиной 1097 п.н. в популяциях палии Ладожского озера выявлено разнообразие гаплотипов. Исследование проводили методом полимеразной цепной реакции – анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ). При электрофорезе продуктов рестрикции ферментов *AseI* и *DdeI* были визуализированы два различающихся спектра, соответствующие гаплотипам А и В. В совокупности данные по изменчивости дали 3 составных гаплотипа по рестриктазам *AseI*, *DdeI*, *MspI*, *MvaI*. Палия является ценным и важным объектом промысла Ладожского озера, поэтому необходимо в полной мере контролировать генетическое разнообразие популяций гольца, используя генетический мониторинг.

Ключевые слова: контрольный регион, *Salvelinus alpinus*, гаплотип, рестриктаза, митохондриальная ДНК, ПЦР-ПДРФ.

Митохондриальный геном рыб представляет собой замкнутую кольцевую молекулу, состоящую из 17 тысяч пар оснований (Meuser, 1993). Исследуемый контрольный регион, включающий в себя 1097 п.н., имеет высокую скорость нуклеотидных замен (Brown *et al.* 1993), что приводит к изменчивости и разнообразию гаплотипов внутри одной популяции.

Материалом для исследования послужили выборки проб палии Ладожского озера в соответствии с таблицей 1. Также были использованы последовательности изолятов контрольного региона мтДНК из базы GenBank/NCBI и смоделированы карты рестрикции с помощью интернет-ресурса NEBcutter V2.0.

Выделение и очистка ДНК осуществлялись солевым методом из фиксированных в этаноле кусочков плавников (Aljanabi, Martinez, 1997).

Полимеразная цепная реакция контрольного региона мтДНК размером 1097 п.н. проведена в амплификаторе Biorad T100 MyCycler в 20 мкл реакционной смеси, содержащей 1 е.а Taq ДНК-полимеразы, 2,5 мкл 10 × Taq-буфера, 1 мМ каждого dNTP, 0,25 мкМ каждого праймера, нуклеотидная последовательность, название и температура отжига которых указана в таблице 2, и около 50 нг геномной ДНК. Специфичные праймеры, использованные для амплификации, были разработаны Brzuzan, Ciesielski (2002).

ПЦР проводилась по следующей схеме (Khalaf *et al.*, 2014):

- 1) денатурация 2 мин при 94°C;
- 2) денатурация 1 мин при 94°C,
- 3) отжиг 1 мин при 50°C;
- 4) элонгация 1 мин 30с при 72°C, пункты со 2-го по 4-ый повторяются 30 циклов;
- 5) завершающая элонгация 7 мин при 72°C;
- 6) завершение амплификации при 10°C – ∞.

Таблица 1. Места сбора проб, их количество

Вид	Место сбора	№ выборки	Кол-во (шт.)
<i>Salvelinus alpinus</i>	Ладожское озеро (Ропша)	43	59
<i>Salvelinus alpinus</i>	Ладожское озеро произв.	44	21
<i>Salvelinus alpinus</i>	Ладожское озеро произв.	112	6

Таблица 2. Нуклеотидная последовательность праймеров

Название праймера	Последовательность	T° _{отж}
CR-F	5'-CCTACTAGCTCCCAAAGCTA-3'	50°C
CR-r	5'-ACTTTCTAGGGTCCATC-3'	

Аликвоты ПЦР-фрагментов обрабатывали набором рестрикционных ферментов: *AseI* (*VspI*), *DdeI* (*BstDE*), *MvaI*, *MspI*. Рестрикционные фрагменты визуализировали в ультрафиолетовом свете на 2% агарозных гелях (Агароза LB-2 и Biotechnology Grade), которые окрашивали бромидом этидия. Размеры фрагментов, представленных в таблице 3, определялись на основе маркера молекулярного веса производства Сибэнзим (100 bp+1,5Kb+3Kb).

Таблица 3. Молекулярные размеры (в парах оснований) рестрикционных фрагментов d-loop мтДНК

Фермент	Гаплотип	Размеры фрагментов D-loop
<i>AseI</i> (<i>VspI</i>)	A	875, 203, 19
	B	582, 294, 203, 19
<i>DdeI</i> (<i>BstDE</i>)	A	629, 259, 192, 17
	B	629, 245, 192, 17, 14
<i>MvaI</i>	A	454, 401, 242
	B	855, 242
<i>MspI</i>	A	564, 240, 218, 75
	B	523, 240, 218, 75, 41

Анализ электрофоретических спектров продуктов рестрикции по ферментам *MvaI* и *MspI* в исследованных выборках палии показал наличие только одного гаплотипа, что свидетельствует об отсутствии полиморфизма в данном участке митохондриального генома исследованных проб.

Иные результаты показал анализ ЭФ спектров, полученных при рестрикции ферментами *AseI* и *DdeI*. Так, при электрофоретическом разделении продуктов рестрикции ферментом *AseI* и *DdeI* контрольного региона мтДНК были визуализированы два различающихся спектра (табл. 3, рис.), соответствующие гаплотипам А и В.

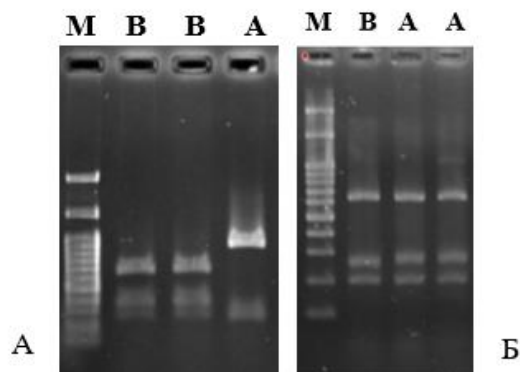


Рисунок. Электрофоретические профили продуктов рестрикции рестриктазы *AseI* (А) и рестриктазы *DdeI* (Б). М-маркер молекулярного веса

Также на основе изменчивости в сайтах рестрикции были составлены комплексные гаплотипы, представленные в таблице 4.

Таблица 4. Составные гаплотипы (рестрикционные гаплотипы обозначаются заглавными буквами в следующем порядке: *AseI*, *DdeI*, *MspI*, *MvaI*)

Гаплотип	Рестрикционные гаплотипы	Количество проб по выборкам	
		Ладожское озеро (Ропша)	Ладожское озеро произв.
SalpCR1	В А А А	54	13
SalpCR2	А А А А	1	0
SalpCR3	В В А А	4	14

В ходе работы произведено гаплотипирование ладожской палии в количестве 86 экземпляров. При поиске изменчивости в сайтах рестрикции по 2 ферментам выявлен полиморфизм мтДНК в контрольном регионе (1097 п.н.). Найдено 3 составных гаплотипа по контрольному региону.

Исследование частично поддержано грантом РФФИ № 23-26-00258

Список литературы

- Aljanabi, S.M., Martinez, I. 1997. Universal and Rapid Salt-Extraction of High Quality Genomic DNA for PCR-Based Techniques. *Nucleic Acids Research*, 25, 4692-4693.
- Brown, J.R., Bechenbach, A.T. and Smith, M.J. 1993. Intraspecific DNA sequence variation of the mitochondrial control region of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Molecular Biology Evolution*, 10(2), 326-341.
- Brzuzan P., Ciesielski S. 2002. Sequence and structural characteristics of mtDNA control regions of three coregonine species (*Coregonus albula*, *C. lavaretus*, and *C. peled*). *Advances in Limnology*. 57.
- Khalaf, M., Popa, O.G., Georgescu, S.E., Dudu, A., Costache, M. 2014. Phylogeny of Salmonidae family inferred from D-loop mitochondrial marker. *Scientific Papers Animal Sciences and Biotechnologies*. 47. 77-81.
- Meyer, A. 1993. Evolution of mitochondrial DNA in fishes. In: Mochachka, P.W. and Mommsen, T.P. Eds., *Biochemistry and molecular biology of fishes*. Elsevier Press Amsterdam, New York, 1-38.

Особенности структуры фитопланктона реки Кара в осенний период

Е.В. Медведева

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Архангельск
E-mail: medvedeva@severniro.ru

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследований пресноводных фитопланктонных сообществ р. Кара, которая протекает в Ямало-Ненецком автономном округе и впадает в Байдарацкую губу Карского моря. Проанализирован таксономический состав фитопланктона в осенний период 2022 г. Оценены видовое разнообразие с использованием индекса Шеннона и видовое богатство с применением индекса Менхиника. Рассчитан индекс сапробности Пантле-Букк для оценки загрязнения природных вод. Результаты исследований могут быть использованы для оценки рыбопродуктивности данного водотока и расчёта ущерба водным биоресурсам от хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: фитопланктон, видовое разнообразие, индексы, альгоценоз, фитопланктон, видовое разнообразие, река Кара.

Кара – река на севере Евразии, принадлежащая бассейну Карского моря Северного Ледовитого океана. Протекает по границе Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов и Республики Коми. Длина реки – 257 км, площадь водосборного бассейна – 13,4 тыс. км². Регион, окружающий реку, характеризуется обширными пространствами тундры и вечной мерзлоты, что создает уникальную экосистему. Для оценки экологической обстановки и отслеживания состояния водотока, необходим мониторинг водной экосистемы, начиная с первичного структурно функционального звена – фитопланктона. Таким образом, изучение микроводорослей, является необходимым этапом в решении главной задачи водной экологии – создания научных основ для прогноза и управления качеством природных вод (Дегерменджи, 1995).

Целью данной работы является определение таксономического состава фитопланктонного сообщества, анализ видового разнообразия и предварительная оценка степени загрязнения реки Кара в осенний сезон.

Исследования проводились в октябре 2022 г. Всего было отобрано и обработано 4 пробы фитопланктона, стандартными методами на качественный и количественный состав (Кузьмин 1975; Абакумов, 1992). Все организмы рассматривались под микроскопом LOMO MIKMED и, по возможности, определялись до вида с помощью отечественных и зарубежных определителей. При таксономической идентификации использовалась база данных Интернет-ресурса (AlgaeBase). Осуществлён анализ количественных показателей (численность, биомасса) систематических групп фитопланктона. Для оценки стабильности сообществ применялся индекс Шеннона (H'), рассчитанный как по численности, так и по биомассе, для определения видового богатства – индекс Менхиника (D_{mn}) (Городничев, 2019). Для определения уровня загрязнённости были рассчитаны индексы сапробности по методу Пантле-Букк в модификации Сладчека (S) (Шитиков, 2005). Все этапы статистической обработки данных и построение графических таблиц, выполнены с использованием программы MS Excel.

Состав планктонного сообщества рассмотренного водотока отличается сравнительно высоким обилием видов. В октябре 2022 г. в р. Кара был обнаружен 61 таксон микроводорослей из 7 систематических групп: Bacillariophyta (диатомовые) – 44, Chlorophyta (зелёные) – 11, Cyanobacteria (цианобактерии) – 2, Euglenophyta (эвгленовые), Chrysophyta (золотистые), Dinophyta (динофитовые) и Cryptophyta (криптофитовые) – по 1 таксону (рис.).

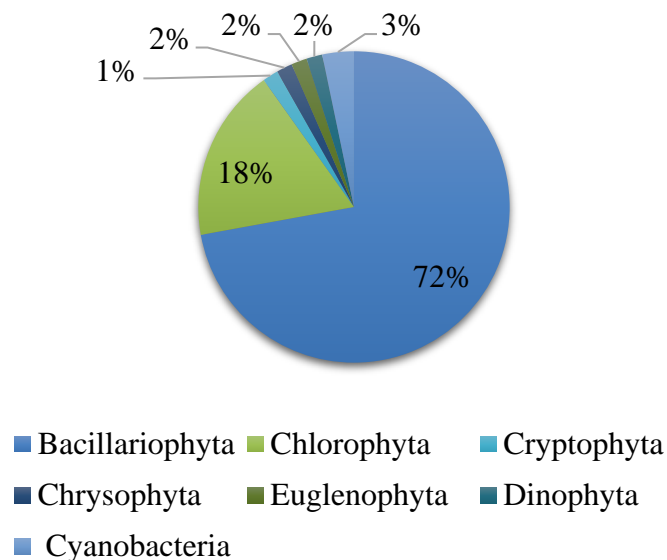


Рисунок. Соотношение количества таксонов по отделам в фитопланктоне р. Кара в октябре 2022 г.

Сравнительный анализ с литературными данными (Стенина, 1993; Богданов и др., 2004; Тикушева и др., 2015; Патова и др., 2018) показал, что флористический список альгофлоры водоёмов и водотоков бассейна р. Кара характеризуется доминированием диатомовых водорослей, приспособленных к обитанию в холодных и бедных биогенами водах. При этом также распространены виды зелёных микроводорослей (*Crucigenia quadrata* Morren, *Actinastrum hantzschii* Lagerheim, *Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová, *Closteriopsis longissima* (Lemmermann) Lemmermann, *Comasiella arcuata* (Lemmermann) E.Hegewald, M.Wolf, Al.Keller, Friedl & Krienitz) северных районов. В целом, видовой состав и таксономическая структура исследованного альгоценоза типичны для водных объектов Полярного Урала и Большеземельской тундры.

По численности и биомассе доминировали диатомовые колониальные микроводоросли *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen и *Fragilaria crotonensis* Kitton. Субдоминантом в трёх точках являлась диатомовая – *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère. Количество видов диатомовых и зелёных микроводорослей в процентном выражении от общего числа обнаруженных отделов в пробах характерно для олиготрофных водных систем с бедным биогенным составом (Давыдова, 1985).

Численность фитопланктона находилась в диапазоне 9,48–26,4 млн. кл./м³, биомасса – в диапазоне 32,08–42,07 мг/м³. Средние значения численности и биомассы фитопланктона в исследуемых водах составили 16,62 млн. кл./м³ и 37,68 мг/м³; соответственно. В целом, показатели обилия фитопланктона были на достаточно высоком уровне, что вполне соответствует периоду отбора проб (гидрологическая осень).

Для рассмотренных проб р. Кара характерен относительно высокий индекс биоразнообразия (H'). Его средние значения составляют по численности 3,71, по биомассе – 3,69, что свидетельствует о сложности структуры сообщества фитопланктона и довольно благополучном состоянии данного сообщества. Так же был рассчитан индекс Менхиника (D_{Mn}), среднее значение которого составило 2,05, что говорит о высоком видовом обилии (табл.).

Индекс сапробности (S), рассчитанный по численности индикаторных видов фитопланктона, по акватории реки в среднем составил 1,92, что соответствует β-мезосапробной зоне и III классу качества вод (умеренно загрязнённые) (Китаев, 1984). Наблюдается почти полное отсутствие легкоокисляемых органических веществ, и перенасыщение кислородом, что характеризует развитие автотрофных организмов

(цианобактерии, зелёные и диатомовые водоросли), процессы самоочищения протекают медленно (Деревенская, 2015; Матвеева, 2017).

Таблица. Значения индексов биологического разнообразия фитопланктона в р. Кара, в октябре 2022 г.

Точки отбора проб	Индекс Шеннона (H')		Индекс сапробности (S)	Индекс Менхиника (D _{mn})
	По численности	По биомассе		
№ 1	3,45	3,49	1,96	2,14
№ 2	4,07	3,85	1,92	2,15
№ 3	3,59	4,0	1,87	1,89
№ 4	3,74	3,41	1,94	2,01

На основе выполненных первичных единовременных исследований альгофлору р. Кара можно охарактеризовать как диатомовую с заметной долей содержания зелёных водорослей. Анализ значений индексов показал сложность структуры и видового богатства альгоценоза, характерную для олиготрофных вод (Городничев, 2019). По степени загрязнённости водоток относится к β -мезосапробной зоне. Для более глубокого изучения экологического состояния акватории необходимо продолжить исследования видового разнообразия, структуры, сезонной и межгодовой динамики планктонных сообществ р. Кара на регулярной и долгосрочной основе.

Список литературы

- Абакумов В.А. 1992. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: «Гидрометеиздат», 318 с.
- Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Гаврилов А.Л., Мельвиченко И.П., Степанов Л.Н., Ярушина М.И. 2004. Биоресурсы водных экосистем Полярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 30–39.
- Городничев Р.М. 2019. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных: учебно-методическое пособие. Якутск: изд-кий дом СВФУ, 14 с.
- Давыдова Н.Н. 1985. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоёмов в голоцене. Л.: изд-во «Наука», 244 с.
- Дегерменджи А.Г., Гладышев М.И. 1995. Природные воды, математические модели. Вестник Российской академии наук 65(9): 807–810.
- Деревенская О.Ю. 2015. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учебно-методическое пособие. Казань: КФУ, 22 с.
- Китаев С.П. 1984. Экологические основы биопродуктивности озёр разных природных зон. М.: изд-во «Наука», 207 с.
- Кузьмин Г.В. 1975. Фитопланктон: Видовой состав и обилие. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: изд-во «Наука», 75 с.
- Матвеева Н.П. 2017. РД 52.24.309-2016. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши.
- Патова Е.Н., Стенина А.С., Тикушева Л.Н., Лоскутова О.А., Сивков М.Д. 2018. Комплексная оценка водных экосистем бассейна реки Кары, трансформированных в результате транспортировки углеводородов. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 29 (2): 30–50. DOI: 10.21513/0207-2564-2018-2-30-50
- Стенина А.С. 1993. Первые сведения о пресноводной флоре диатомовых водорослей бассейна реки Кары (Полярный Урал). Тр. Коми НЦ УрО РАН. 2 (135): 12–25.
- Тикушева Л.Н., Стенина А.С., Патова Е.Н. 2015. Изменение водных экосистем под влиянием строительства и эксплуатации газопровода «Бованенково-Ухта» (бассейн реки Кара, Полярный Урал и Большеземельская тундра). Известия Коми научного центра УрО РАН. 2 (22): 25–30.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2005. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. М.: изд-во «Наука», книга 2, 337 с.
AlgaeBase - <https://www.algaebase.org/>

Возрастной состав белокорого палтуса *Hippoglossus stenolepis* (Schmidt, 1904) в водах Восточной Камчатки

Ф.А. Мельникова, А.О. Трофимова, Е.В. Ведищева, А.В. Созирина

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: vedischeva@vniro.ru

Аннотация: В весенний период 2022 г. проведены исследования в водах Восточной Камчатки (Петропавловско-Командорская подзона Восточно-Камчатской зоны). В ходе работ было отобрано 176 отолитов у встречающегося в уловах белокорого палтуса *Hippoglossus stenolepis*. Возрастной состав белокорого палтуса в водах Восточной Камчатки был представлен в основном особями 4-6 лет.

Ключевые слова: белокорый палтус, *Hippoglossus stenolepis*, возраст, Восточная Камчатка.

Тихоокеанский белокорый палтус *Hippoglossus stenolepis* Schmidt, 1904 является ценным объектом промысла и самым крупным представителем камбаловых (Pleuronectidae) в Тихом океане. Наиболее часто белокорый палтус встречается у восточной Камчатки, в Беринговом море и в зал. Аляска на глубинах 0-1200 м, обычно – 100-600 м (Вернидуб, 1936; Моисеев, 1955; Новиков, 1964; Токранов и др., 2005). Возрастной состав тихоокеанского белокорого палтуса зависит от географических, сезонных изменений, глубины и орудий лова, а также происходят изменения возрастного состава по годам. В траловых уловах по сравнению с ярусными наблюдаются в основном молодые особи палтуса (Новиков, 1964, 1974; Орлов и др., 2011). Целью работы является определение возрастного состава белокорого палтуса при проведении тралового лова в Петропавловск-Командорской подзоне в весенний период 2022 г.

Экспедиционные исследования проводились в феврале-апреле 2022 г на борту среднетоннажного рыболовного морозильного траулера японской постройки РТМ П-0697 «Камлайн», оснащённого донным тралом SELSTAD 810 48M GEAR (судовладелец – ООО «Росрыбфлот»). В ходе исследований был проведен полный биологический анализ, включая изъятие отолитов из рыбы для определения возраста. Длину рыб при выполнении биоанализов измеряли от кончика рыла до конца средних лучей хвостового плавника (АС) с точностью до 1 см. Возраст определяли по отолитам в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными специально для тихоокеанского белокорого палтуса в Международной комиссии по белокорому палтусу (International Pacific Halibut Commission, IPHC). Погруженные в воду отолиты просматривали в отраженном свете на черном фоне под микроскопом МБС-10, предварительно просветляя в воде в течение 3-4 часов. (Blood, 2003; Piner, Wischniowski, 2004). Возраст рыб указывался как число полных лет.

В Петропавловско-Командорской подзоне белокорый палтус встречался вблизи Кроноцкого полуострова в диапазоне глубин от 180 до 380 м. В уловах отмечались особи с минимальной длиной 34 см и максимальной -134 см, в среднем 45,8 см. Модальную группу самцов (92,1 %) и самок (86,4 %) составляли особи с длиной от 36 до 50 см. Масса тела промеренных нами рыб колебалась от 360 г до 28 кг. Из отобранной выборки на возрастной состав было проанализировано 88 отолитов взятых у самок и 88 отолитов у самцов. В результате было выявлено, что возрастной состав самок был представлен от 3 до 19 лет с длиной от 34 до 134 см. Модальную группу составляли особи с возрастом 4, 5 и 6 лет из них преобладали особи 5 лет (61,4%), длина которых варьировала от 40 до 49 см. Возрастной состав самцов представляли особи с возрастом от 4 до 7 лет длиной от 34 см до 56 см, при этом модальную группу составляли особи с возрастом 5 лет (79,5%) длиной от 40 до 50 см.

Таким образом, в весенний период в 2022 г на шельфе и верхней части материкового склона восточного побережья Камчатки (Петропавловско-Командорская подзона Восточно-

Камчатской зоны) при проведении тралового лова белокорый палтус облавливался в качестве прилова и в основном был представлен особями 4-6 лет.

Список литературы

Вернидуб М.Ф. 1936. Материалы к познанию тихоокеанского белокорого палтуса *Hippoglossus hippoglossus* // Труды Ленинградского общества естествоиспытателей. Т. 65. Вып. 2. С. 143-184.

Орлов А.М., Кузнецова Е.Н., Мухаметов И.Н. 2011. Возраст и рост тихоокеанского белокорого палтуса *Hippoglossus hippoglossus* и размерно-возрастной состав его уловов в северо-западной части Тихого океана // Вопросы ихтиологии. Т. 51. № 3. С. 341-359.

Моисеев П.А. 1955. Новые данные о распространении белокорого палтуса // Докл. АН СССР. Т. 105. № 2. С. 374-375.

Новиков Н.П. 1964. Основные черты биологии тихоокеанского белокорого палтуса (*Hippoglossus hippoglossus stenolepis* Schmidt) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. Т. 49. – Изв. ТИНРО. Т. 51. С. 167–207.

Новиков Н.П. 1974. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищ. Пром-сть, 308 с.

Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А. 2005. Промысловые рыбы материкового склона прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 52 с.

Blood C.L. 2003. I. Age validation of Pacific halibut. II. Comparison of surface and break-and-burn otolith methods of ageing Pacific halibut // International Pacific Halibut Commission. Technical Report No. 47. 32 p.

Piner K.R., Wischniowski S.G. 2004. Pacific halibut chronology of bomb radiocarbon in otoliths from 1944 to 1981 and a validation of ageing methods // J. Fish. Biol. V. 64. P. 1060-1071.

Влияние географической изоляции на генетическую изменчивость нельмы в Кубенском озере

Д.К. Митрюшкина, М.Н. Киселева, О.В. Апаликова

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»), г. Санкт-Петербург
e-mail: Dianaa.5@yandex.ru, marina.marinakisel@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена поиску различий в митохондриальном геноме нельмы из природных водоемов и культивируемых стад из рыбоводных хозяйств Ленинградской области. Полученные данные в результате экспериментальных исследований, представлены в данной статье в виде комплексных гаплотипов, полученных методом ПЦР-ПДРФ. Выявлено отличие нельмы из озера Кубенское от других представителей данного вида, обитающих в северном и южном регионе нашей страны.

Ключевые слова: нельма, генетическая дифференциация, гаплотип, митохондриальная ДНК.

Нельма (*Stenodus leucichthys nelma*) – ценный и самый крупный представитель семейства сиговых рыб, относится к роду нельмы и является подвидом белорыбицы. Её основная ценность заключается в её промысловом значении. Нельма является полупроходным видом. Нагуливается в низовьях рек и определенных морских районах. На нерест идет в реки, поднимаясь иногда до верховьев. В реках Сибири нельма достигает длины 1,5 м, вес – 40 кг (Кудерский, 2015).

Большое количество источников говорит о том, что этот вид населяет все реки Северного Ледовитого океана (Бухардинова, 2022). В некоторых озерах образует жилые формы. В бассейне Каспийского моря обитает белорыбица, которая заходит на нерест в р. Волгу, Урал и изредка в Терек. Нельма подверглась антропогенному влиянию. При строительстве ГЭС, создании водохранилищ и зарегулировании рек нерестовые пути и естественный ареалы вида изменились, из-за чего неуклонно снижается численность этого промыслового вида.

Нельма из озера Кубенское образовала жилое стадо после строительства плотины на реке Сухоне, которая перекрыла миграционные пути из озера в бассейн реки Северной Двины (Титенков, 1961). Еще одна из версий происхождения кубенской нельмы заключала в себе следующее предположение - жилая форма нельмы могла произойти от белорыбицы, которая могла проникнуть в Кубенское озеро по Северо-Двинскому судоходному каналу из Волги (Берг, 1928). Но Титенков довольно рано это опроверг, доказав, что кубенская нельма наиболее сходна с полупроходной формой, чем с каспийским представителем (Титенков, 1961). Это подтверждается и нашими исследованиями локусов митохондриальной ДНК и работами Головановой (2004), а именно исследованием белковых локусов методом электрофореза, которые указывают на низкий уровень генетической дивергенции между популяциями нельмы оз. Кубенского и р. Северная Двина. Именно это объясняет, что эти две популяции разделились недавно и есть генный обмен между ними (Голованова, 2004).

Материалом для исследования нельмы послужили 102 образца тканей нельмы, собранные в период 2020-2023 гг., в природных водоемах и из рыбоводных хозяйств, РМС хозяйства «Форват», материал из озера Кубенского и из реки Обь, количество проб (N) указано в таблице 1.

Выделение и очистка тотальной ДНК из зафиксированных в 95% этаноле проб тканей нельмы проведены солевым методом (Aljanabi, Martinez, 1997).

Участок мтДНК ND5-ND6, кодирующий пятую и шестую субъединицы фермента NADH-дегидрогеназы, амплифицирован с использованием праймеров, ранее созданных (Gharrett *et al.*, 2001).

Реакции эндонуклеазного гидролиза амплифицированного участка проб нельмы проведены тринадцатью ферментами: *Bme18I*, *Bsp1286I*, *BsrI*, *DraI*, *FokI*, *HinfI*, *MboI* (*DpnII*), *MspI*, *MvaI* (*BstNI*), *NciI*, *PleI*, *RsaI*, *Sau96I*.

Молекулярно-генетическое исследование направлено на определение гаплотипов нельмы методом ПЦР-ПДРФ в нескольких аквакультурных стадах, сформированных на рыбоводных хозяйствах Ленинградской области, и сравнение гаплотипического состава этих стад с гаплотипами выборки дикой нельмы из оз. Кубенского и р. Оби.

Перед исследованием генетического разнообразия отобранных экземпляров нельмы был проведен биоинформационный анализ нуклеотидных последовательностей этого вида из Genbank. Для построения карт рестрикции к ферментам, имеющимся в распоряжении лаборатории, в качестве эталона был проанализирован митохондриальный геном *Stenodus leucichthys* NC_020761.1. Для поиска полиморфизма в ND5-ND6 мтДНК среди выборок нельмы были составлен набор ферментов с 2-5 сайтами рестрикции в эталонной мтДНК (NC_020761.1).

В результате проведенного анализа ПЦР-продукта ND5-ND6 выборок нельмы были выявлены несколько рестрицирующих ферментов, продукты гидролиза которыми представлены различными электрофоретическими спектрами отображены на рисунке.

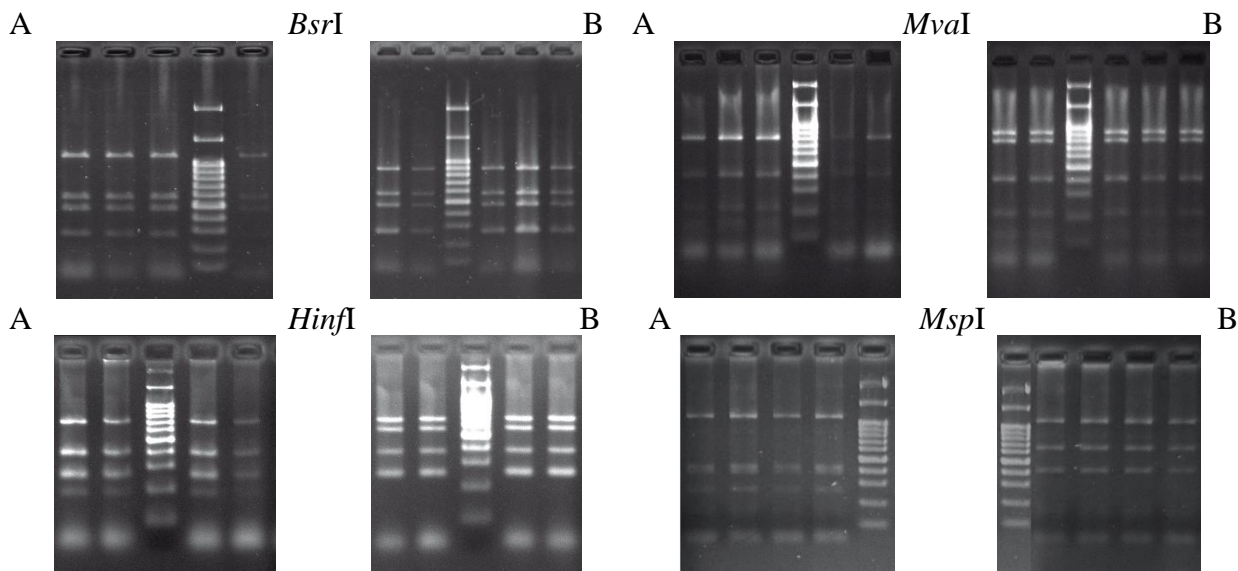


Рисунок. Электрофоретические спектры продуктов рестрикции участка мтДНК ND5-ND6 нельмы. А и В – буквенные обозначения гаплотипов по единичным рестриктазам. Маркер производства Сибэнзим (100 bp+1,5Kb+3Kb)

На основе изменчивости в сайтах рестрикции использованных в анализе ферментов составлены комплексные гаплотипы (табл. 2).

Ферменты *HinfI*, *MspI* и *MvaI* выявили дифференциацию кубенской и обской выборок, включая нельму из соответствующих РМС. Фермент *BsrI* выявил изменчивость в выборке нельмы из р. Оби (табл. 1, 2). При этом, один из двух вариантов, выявленных этим ферментом, характерен также для всех исследованных особей кубенской нельмы.

Проведена оценка частоты встречаемости полученных комплексных гаплотипов в пяти исследованных выборках. Показано, что гаплотипы OS11 и OS12 выявлены только у нельмы из «аквакультурной» выборки и дикой нельмы из р. Оби из выборки. Тогда как гаплотип KS11 отмечен в двух выборках «аквакультурной» нельмы (производители из Кубенского озера) и выборке нельмы оз. Кубенского таблица 1. Суммируя полученные

данные, можно заключить, что нельма озера Кубенского представлена единственным гаплотипом KS11, что подтверждает её географическую и репродуктивную изоляцию.

Таблица 1. Частота встречаемости комплексных гаплотипов в исследованных выборках нельмы.

№ выборки	70	95	110	132	148
Комплексный гаплотип	РМС «Обская нельма», 2020 N=10	озеро Кубенское, 2021 N=4	р. Обь, ниже по течению от ОбьГЭС, 2022 N=10	РМС «Кубенская нельма», 2022 N=30	РМС «Кубенская нельма», 2023 N=48
OS11	1		0,7		
OS12			0,3		
KS11		1		1	1

Таблица 2. Список комплексных гаплотипов исследованной нельмы и эталонного образца *Stenodus leucichthys* из Genbank.

Комплексный гаплотип	<i>BmeI</i> 81	<i>BspI</i> 286I	<i>BsrI</i>	<i>DraI</i>	<i>FokI</i>	<i>HinfI</i>	<i>DpnI</i> I	<i>MspI</i>	<i>MvaI</i>	<i>NciI</i>	<i>PleI</i>	<i>RsaI</i>	<i>Sau9I</i> 6I
102076	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
OS11	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
OS12	A	A	B	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
KS11	A	A	B	A	A	A	B	B	B	A	A	A	A

Таким образом, полиморфные сайты рестрикции набора из ферментов *BsrI*, *HinfI*, *MspI* и *MvaI* в участке ND5-ND6 мтДНК можно рассматривать в качестве маркеров для дифференциации кубенской нельмы среди других популяций вида *Stenodus leucichthys*.

Полученные данные, по гаплотипированию нельмы из реки Оби и стадом в аквакультуре, позволяют увидеть насколько сильно обеднено аквакультурное стадо, относительно природной популяции.

Список литературы

- Берг Л.С. 1928. О происхождении северных элементов в фауне Каспия. Доклады Академии наук СССР. № 7. С. 107-112.
- Бухардинова М. В. 2022. Распространение и миграционный цикл нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773). Вестник Астраханского государственного технического университета. № 1 (73). 16-24.
- Голованова Т.С. 2004. Анализ генетической изменчивости белорыбицы и нельмы *Stenodus leucichthys* (Guldenstadt, 1772) в связи с задачами искусственного воспроизводства. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ. 24 с.
- Кудерский А.А. 2015. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. Акклиматизация рыб в водоемах России. – СПб, М.:Сборник научных трудов, – Вып. 184-186.
- Титенков И.С. 1961. Кубенская нельма. – М.: Знание, 52с
- Aljanabi S. M. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Res.*–V. 25. 4692-4693.
- Gharrett A. J., Gray A. K., V. Brykov 2001. Phylogeographic analysis of mitochondrial DNA variation in Alaskan coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Fishery Bulletin.* –V. 99(4), 528 – 544.

Анализ концентрации хлорофилла «а» фитопланктона и трофический статус устьевого участка р. Ока в летний сезон 2023 года

Д.В. Мушаков^{1,2}

¹Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НижегородНИРО»), г. Нижний Новгород

², г. Нижний Новгород

e-mail: mushakov.dv@yandex.ru

Аннотация. Летом 2023 года в месте слияния водных масс рек Оки и Волги проводился еженедельный отбор проб с целью анализа концентрации фотосинтетических пигментов фитопланктона. В настоящей работе приведены данные по хлорофиллу «а», на основе полученных результатов, проведена оценка трофического статуса устьевого участка р. Ока.

Ключевые слова: хлорофилл а, трофность, р. Ока, Чебоксарское водохранилище

Необходимость изучения устьевых участков притоков водохранилищ обусловлена повышенной продуктивностью гидробионтов, обитающих в данных биотопах (видовое разнообразие, биомасса, численность и др.). Устьевые участки рек служат местами натурализации чужеродных видов гидробионтов (Логинов и др., 2021).

Выявление особенностей устьевых участков рек, осуществляемое в рамках экологического мониторинга, требует изучения абиотических факторов окружающей среды и определения показателей развития гидробионтов, в частности – фитопланктона. В процессе фотосинтеза фитопланктон создает основную массу органического вещества, что делает оценку продуктивности автотрофных организмов одной из приоритетных задач мониторинга водных объектов. Для получения информации о состоянии фитопланктона часто используют фотосинтетические пигменты, а именно хлорофилл «а» (Хл а), который является основным пигментом зеленых растений, характеризует продуктивность водорослей и служит показателем их биомассы (Минева и др., 2020).

Река Ока – одна из крупнейших рек в Европейской части России, является крупнейшим правым притоком реки Волги. Она оказывает существенное влияние как на гидрологический, так и на гидрохимический режимы Чебоксарского водохранилища. Река Ока протекает по территории 7 субъектов центральной части Российской Федерации, в устьевом участке реки расположен крупный промышленный центр – г. Н. Новгород, что обуславливает необходимость экологического мониторинга данного водного объекта в связи с высокой антропогенной нагрузкой.

Отбор материала на анализ фотосинтетических пигментов фитопланктона производился летом 2023 года, пластмассовым ведром, еженедельно на 11 прибрежных станциях в месте слияния рек Ока и Волга. Общее количество проб составило – 140 шт. (июнь – 42 шт.; июль – 55 шт.; август – 43 шт.). Отобранные пробы были сгруппированы по участкам: «Борский причал» (точки 1-2); «Нижеволжская набережная» (точки 3-4); «Правый берег Оки» (точки 5-7); «Левый берег Оки» (точки 8-10); «Стадион» (точка т. 11) (рис. 1).

Содержание хлорофилла «а» определяли в 90% растворе ацетона стандартным спектрофотометрическим методом согласно руководству ЮНЕСКО (SCOR-UNESCO, 1966) с рекомендациями (Jeffrey, Humphrey, 1975; Lorenzen, Jeffrey, 1980; Сигарева, 1993).

Оценку трофического статуса водных объектов проводили, придерживаясь шкалы С.П. Китаева (2007) (табл.).

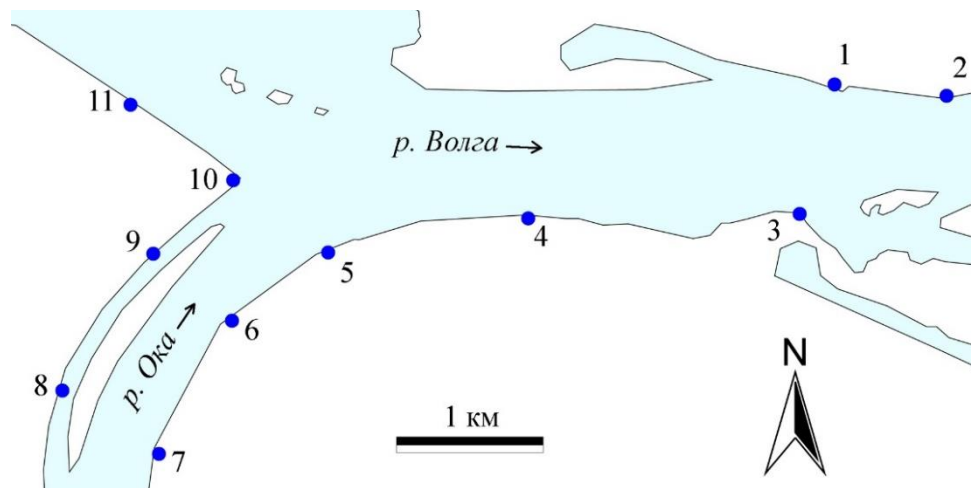


Рисунок 1. Схема отбора проб в месте слияния Оки и Волги

Таблица. Шкала для оценки трофности водоемов по хлорофиллу «а» (мкг/л) (Китаев, 2007)

ультраолиготрофный	олиготрофный	мезотрофный		эвтрофный		политрофный
		α	β	α	β	
<1,5	1,5-3	3-6	6-12	12-24	24-48	>48

Летом 2023 г. содержание хлорофилла «а» фитопланктона в области слияния рек Ока и Волга изменялась от 4,91 до 118,9 мкг/л. В июне и июле средняя концентрация хлорофилла «а» значительно не изменилась и составила $39,20 \pm 12,4$ и $39,11 \pm 10,8$ мкг/л соответственно. Увеличение продуктивности фитопланктона отмечается в августе, среднее содержание хлорофилла «а» возросло на 28% и ставило $54,46 \pm 15,18$ мкг/л. Таким образом, по усредненным показателям хлорофилла «а» трофический уровень устьевого участка р. Ока можно оценить как β-эвтрофный.

За период исследований на участке «Борский причал» средняя концентрация хлорофилла «а» составила $11,91 \pm 2,68$ мкг/л, что характеризует его как β-мезотрофный. Участки «Нижневолжская набережная», «Правый берег Оки» и «Левый берег Оки» по содержанию Хл «а» отличаются незначительно. Усредненные концентрации хлорофилла «а» высоки и составили $64,75 \pm 9,84$, $65,98 \pm 4,42$ и $64,13 \pm 7,74$ мкг/л соответственно, трофический статус – политрофный. Участок «Стадион» по содержанию Хл «а» схож с «Борским причалом», средняя концентрация – $14,52 \pm 2,66$ мкг/л, трофический статус α-эвтрофный.

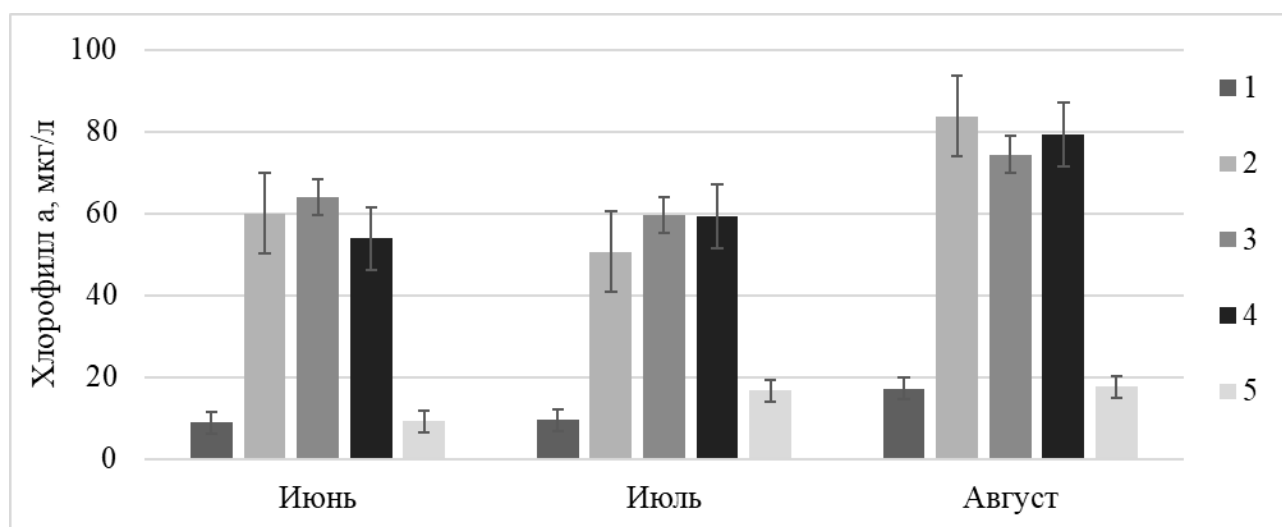


Рисунок 2. Концентрация хлорофилла «а» в устьевом участке р. Ока летом 2023 г. (Участки: 1 – Борский причал; 2 – Нижневолжская набережная; 3 – Правый берег Оки; 4 – Левый берег Оки; 5 – Стадион)

Рассмотрев результаты по каждому из выделенных участков, можно проследить сходство между 1 и 5 участками, что свидетельствует об индивидуальных свойствах водных масс волжского генезиса. Также стоит отметить определенные сезонные колебания уровня содержания хлорофилла «а» с тенденцией повышения от июня к августу, наряду с существенными различиями между Волжским и Окскими водными массами (2, 3 и 4 участки) (рис. 2).

Повышенная продуктивность фитопланктона, отмеченная здесь рядом авторов (Охапкин и др., 1983; Минеева, Абрамова, 2009; Мольков А.А. и др. 2019; Вилимович Е.А. и др. 2018), подтверждается настоящим исследованием и работами, проведенными в 2020 г. (Логинов и др., 2021). В летне-осенний период 2020 г. в поверхностных водах наблюдалось изменение показателя Хл «а» в пределах 11,62-126,9 мкг/л с аналогичной тенденцией повышения от июня к августу.

Таким образом, на основании оперативного анализа фотосинтетических пигментов фитопланктона, авторы получили данные о концентрации хлорофилла «а» в месте слияния рек Ока и Волга в летний сезон 2023 года. Как и в летний сезон 2020 г. трофический статус устьевого участка р. Ока – β-эвтрофный.

Полученные данные пригодны к использованию в целях экологического мониторинга.

Список литературы

Вилимович Е.А., Ерина О.Н., Терешина М.А., Колий В.М., Соколов Д.И. 2018. Оценка трофического статуса рек Оки и Волги в зоне их смешения. Третьи виноградовские чтения. Грани гидрологии. Санкт-Петербург. 315-319.

Китаев С.П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 395 с.

Логинов В.В., Минина Л.М., Кривдина Т.В., Воденеева Е.Л., Лаврова Т.В., Мушаков Д.В. 2021. Оценка трофности устьевого участка Оки на основании современных абиотических и биотических показателей водных масс. *Norwegian Journal of Development of the International Science* 54 (1): 13-27. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-54-1-13-27

Минеева Н.М. Абрамова Н.Н. 2009. Пигменты фитопланктона как показатели экологического состояния Чебоксарского водохранилища. *Водные ресурсы*. Т. 36. №5. 588-596.

Минеева Н.М., Семадени И.В., Макарова О.С. 2020. Содержание хлорофилла и современное трофическое состояние водохранилищ р. Волги (2017-2018 гг.) *Биология внутренних вод* №2: 205-208.

Мольков А.А., Капустин И.А., Ермаков С.А., Лещев Г.В. 2019. Исследование зон смешения Волги с ее притоками на участке Н. Новгород-Козьмодемьянск по данным флуориметра ВВЕ Moldaenke. *Научные проблемы водного транспорта*. №61. 19-27.

Охапкин А.Г., Тухсанова Н.Г., Шурганова Г.В. 1983. Соотношение сезонных изменений химического состава воды и биомассы планктонных организмов в устье Оки // *Наземные и водные экосистемы*. Горький: Изд-во ГГУ: 80-86.

Сигарева Л.Е. 1993. Спектрофотометрический метод определения пигментов фитопланктона в смешанном экстракте. В: Пырина И.Л. (ред.) *Методические вопросы изучения первичной продукции планктона внутренних водоёмов*. СПб., Гидрометеиздат: 75-85.

Jeffrey S.W., Humphrey G.F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton // *Biochem. Physiol. Pflanz*. Bd. 167. P. 191-194.

Lorenzen C.J., Jeffrey S.W. 1980. Determination of chlorophyll in sea water. P.: UNESCO, 20 p. (UNESCO Techn. Pap. in Mar. Sci.; 35).

SCOR-UNESCO. 1966. Working Group N 17. Determination of photosynthetic pigments in sea water // Monographs on oceanographic methodology. P.: UNESCO, P. 9-18.

Молекулярно-генетическая идентификация *Gyrodactylus salaris* у атлантического лосося и радужной форели Северо-Запада России

Л.Н. Мюге, А.Н. Паршуков, Е.П. Иешко, Н.С. Мюге

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²Институт биологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск

e-mail: shurshunyal@yandex.ru

Аннотация: Проведен сравнительный анализ нуклеотидной последовательности гена COI *Gyrodactylus salaris* – паразита атлантического лосося и радужной форели. Получены данные, расширяющие понимание механизмов устойчивости и восприимчивости популяций лосося к различным генетическим клонам *G. salaris*, а также позволяющие создать тест-систему по ДНК-идентификации, которая может быть использована для диагностики гиродактилюсов семги патогенной в условиях интродукции формы и дифференциации ее от непатогенной клональной формы, распространяемой радужной форелью. Проведение генотипирования акваторий в зонах влияния форелевых хозяйств и создание базы данных генетического статуса опасного паразита атлантического лосося, позволит вести эффективный ветеринарный контроль при перевозке посадочного материала и выращивании радужной форели.

Ключевые слова: *Gyrodactylus salaris*, атлантический лосось, радужная форель, инвазия, митохондриальная ДНК.

Gyrodactylus salaris – мелкий (размер менее 1 мм) пресноводный эктопаразит атлантического лосося, относящийся к моногенетическим сосальщикам (Monogenea) и обитающий на поверхности тела и на жабрах. Актуальность исследования возросла в связи с катастрофическими последствиями инвазии этого гельминта в популяции атлантического лосося в ряде рек Норвегии в 1970-х годах, а также в реку Кереть (Республика Карелия) бассейна Белого моря.

Сбор образцов проводился сотрудниками Института биологии Карельского научного центра в 2013, 2017, 2019 и 2021 гг. Всего было проанализирована 41 особь паразита. ДНК выделяли из целого червя по методике, описанной в статье Зиетара (Zietara et al. 2008). Секвенирование митохондриального маркера COI проводилось на разработанных нами праймерах. Характеристика и последовательность праймеров приведена в таблице.

Таблица. Характеристика праймеров, амплифицирующих последовательность COI.

Название	Последовательность 5' 3'	Температура отжига
GyrF3S	GGGGCCAGGTTTAGTCCAA	60° C
GyrR3S	TACACCCACCACGATTGG	60° C
GyrF3L	ACTCTAGACCACAAGCGCAT	60° C
GyrR3L	AGGCCGTTTACCACCCTACT	60° C

Секвенирование длинного фрагмента гена COI выявило генетическую однородность всех червей, выловленных на радужной форели. Все особи имели гаплотип RBT1, что говорит о клональном происхождении расы червей, адаптировавшихся на паразитировании на радужной форели в водоемах Европы. Происхождение клона RBT1 вызывает полемику среди исследователей и остается по настоящее время невыясненным вопросом.

В реке Кереть, в 1991-1992 гг. произошла вспышка гиродактилеза, которая сохраняется по настоящее время, вызванная патогенной формой *Gyrodactylus salaris*, приведшая к катастрофическому снижению численности природной популяции семги в этой

реке (Ieshko et al., 2008). Исследованные черви представлены двумя гаплотипами (Keret HapA и Keret HapB), причем первый из гаплотипов был ранее описан в этой реке (Zietara et al., 2008), а второй гаплотип является новым.

На молоди семги, выращиваемой на Невском РЗ, собранные черви имели оба гаплотипа, специфичных для нативной балтийской формы *Gyrodactylus*. Следует отметить, что семга бассейна Балтийского моря является естественным природным резервуаром для *Gyrodactylus salaris*, с которым она ко-адаптирована и для которой он не является смертельным патогеном, каким стала эта форма в условиях интродукции для атлантического лосося рек Белого и Баренцева морей. Филогенетическое дерево полученных нами последовательностей, а также гаплотипов, депонированных в базе данных Genbank, представлено на рисунке.



Рисунок. Филогенетическое дерево последовательностей по участку гена COI

Отработаны методы выделения ДНК из микроскопических паразитических организмов, что в дальнейшем позволит проводить мониторинг и молекулярно-генетическую идентификацию моногеной, паразитирующих на лососевых рыбах из широкого круга рыбоводных хозяйств Северо-Запада России. Полученные данные позволяют разработать

тест-систему для идентификации патогенной формы гиродактилеза и дифференциации от непатогенной клональной формы RBT, переносимой на радужной форели.

Список литературы

Ieshko E.P., Shul'man B.S. et al. (2008). "Long-term Changes of Epizootic of Young Salmon Fish (*Salmo salar* L.) in the Keret' River (The White Sea Basin) Caused by Invasion of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957." *Parazitologiya* 42.

Zietara, M. S., J. Kuusela, et al. (2008). "Molecular faunistics of accidental infections of *Gyrodactylus* Nordmann, 1832 (Monogenea) parasitic on salmon *Salmo salar* L. and brown trout *Salmo trutta* L. in NW Russia." *Syst Parasitol* 69(2): 123-135.

Характеристики промысла и аквакультуры в лагуне Няфу, провинция Кханьхоа

*Нгуен Тхи Лан¹, Хорошуткина О.А.², Нгуен Фьонг Льен¹, Хоанг Нок Лам¹, Фан Фонг Хуан¹,
Ву Вьет Зунг¹*

¹Приморское отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, город Нячанг, провинция Кханьхоа, Вьетнам

²ФГБНУ «ВНИРО, Москва, Россия
e-mail: nguyenlanst@gmail.com

Аннотация. Лагуна Няфу является одним из ключевых районов аквакультуры и промысла провинции Кханьхоа.. Основными видами лова в этом районе является лов с моторных лодок или лодок без мотора, непосредственный лов рыбы водолазным методом на твердых грунтах, а также ручной сбор на илистых отмелях. Среди 10 видов промыслов, используемых для добычи водных биоресурсов в Няфу, выделяются четыре вида, которые наносят ущерб биологическим ресурсам (электроимпульсный лов, рыболовные садки, сети) и донным экосистемам (дражный промысел). Основными видами, выращиваемыми в этом районе, являются тихоокеанские устрицы и голубые мидии, которые служат местной и региональной пищей.

Ключевые слова: Лагун Няфу, аквакультура, биологические ресурсы, макробентос

Благодаря длинной береговой линии (около 385 км), провинция Кханьхоа имеет преимущество - устойчивое развитие ключевых секторов морской экономики, таких как: морской туризм, морские перевозки и промысел, морская аквакультура. Согласно отчету статистического управления провинции Кханьхоа, в 2022 г. общий объем добычи морепродуктов составил 114829,2 тонны, что на 3,13% больше, чем в 2021 г. Из общего количества морских продуктов в 2022 г. добыча составила 97669,5 тонн, что на 1,76% выше по сравнению с 2021 г.; продукты аквакультуры составили 17159,8 тонн, что на 11,63% превышает уровень 2021 г. (Socio-Economic situation report, 2021; 2022). Морепродукты Кханьхоа присутствуют на рынках 64 стран по всему миру.

Лагуна Няфу является одним из важных районов промысла и аквакультуры провинции Кханьхоа. Вокруг лагуны расположены водоемы для выращивания креветок, в лагуне в основном выращивают рыбу и моллюсков. Целью данной работы является обзор характеристик промысла и аквакультуры в лагуне Няфу, которые служат основой для устойчивого морского экономического развития региона.

Место исследования. Лагуна Няфу (Кханьхоа) расположена в пределах примерно от 12°18' до 12°44' северной широты, от 109°16' до 109°32' восточной долготы, к северу от города Нячанг, провинция Кханьхоа. Лагуна имеет площадь около 4500 гектаров, окружена горным массивом Хон Хо и небольшими островами, такими как Хон Хоай, Хон Сам, Хон Тхи.

Метод полевых исследований: информация о водных ресурсах водного объекта Няфу была собрана методом изучения прибрежных ресурсов с участием общественности (Walters et al., 1998).

Сбор данных. Вторичные данные для исследования собираются в основном из Отчета о социально-экономическом положении провинции Кханьхоа.

Промысел в Няфу: Способы добычи: в Няфу существуют несколько видов добычи морских животных, в том числе: с использованием моторных лодок (423 лодки/год), лодок без мотора (215 лодок/год), непосредственная добыча с помощью водолазов (113 чел./год), сбор водных биоресурсов на илистых отмелях (467 чел./год).

Существует десять видов добычи водных биоресурсов в Няфу, из которых восемь видов могут вестись как в сухой, так и в дождливый сезон, а остальные два вида -только в сухой сезон. Среднее рабочее время вида промысла составляет 189 дней/вид/год, из них преобладает работа в сухой сезон (135 дней/вид/сухой сезон) (70% от общего среднего рабочего времени вида промысла). Различают четыре вида промысла, наносящих ущерб (электроимпульсный лов, рыболовные садки, сети) и разрушительно действующих на донную экосистему (дражный промысел), со средним временем работы (192 дня/вид/год).

Вылов макробентоса. Общий объем вылова макробентоса в Няфу составляет в среднем 319,5 тонн в год. Среди них наибольший объем вылова достигается с использованием электроимпульсного лова, рыболовных садков и драг, на которые приходится более 65% общего объема коммерческого вылова. Коммерческий вылов личинок крабов (*Scylla paramamosain*, *Scylla olivacea*), лобстеров (р. *Panulirus*) и рыб (р. *Epinephelus*) (около 66% от общего количества зоопланктона) в основном производится в ночное время сетями с использованием источника света в качестве приманки, а крупных брюхоногих моллюсков – водолазным методом. Суммарный объем вылова с использованием четырех видов промысла, наносящих ущерб (дражный промысел, электроимпульсный лов, рыболовные садки, сети) доминирует в общем объеме вылова (на его долю приходится более 67% общего объема вылова водных биоресурсов).

По данным исследований Phan Duc Ngai и его коллег (Phan Duc Ngai et al., 2016), в лагуне Няфу наблюдается высокое видовое разнообразие, но низкая продуктивность, при этом по видовому разнообразию доминирует группа двустворчатых моллюсков, а по продуктивности – группа ракообразных.

Аквакультура в Няфу. Масштабы аквакультуры в провинции Кханьхоа: динамика площади выращивания морепродуктов за последние 10 лет стабильна (Vo Ноан Наи. 2022). Общая площадь остается на уровне примерно 5 тысяч гектаров (рис.1).

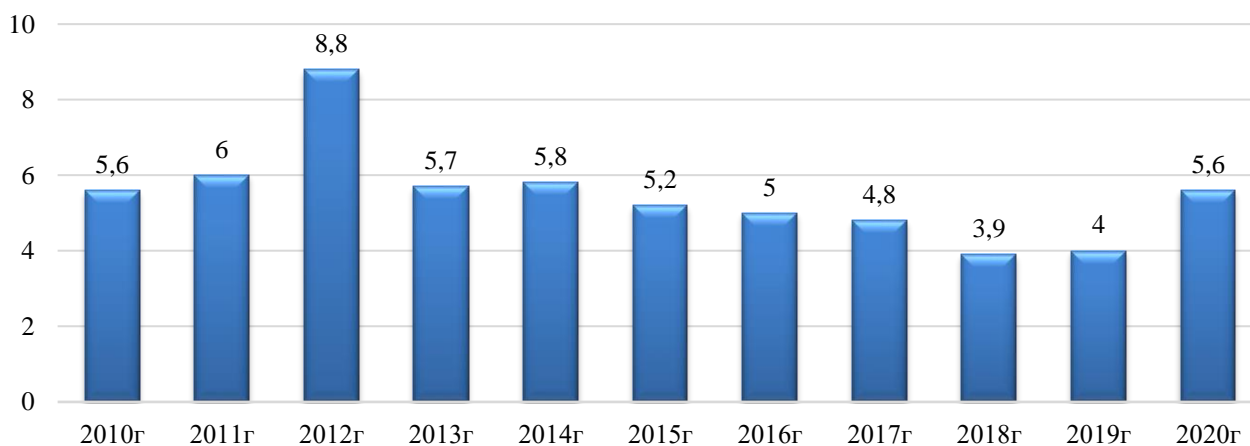


Рисунок 1. Площадь аквакультуры (тыс. гек.) в провинции Кханьхоа

В зоне морской аквакультуры в лагуне Няфу общая площадь аквакультуры составляет около 86 гектаров, куда входит 3 зоны аквакультуры, а именно:

- первая зона (40 га): от островов Хон Ланг и Хон Джуа;
- вторая (20 га): на юго-западе от острова Хон Тхи;
- третья (26 га): в районе Байгионг, Ниньван.

Фактические исследования показали, что виды, выращиваемые в лагуне Няфу, весьма разнообразны, например, камбала, кобия, креветки, устрицы, брюхоногие моллюски, из которых основными выращиваемыми видами являются устрицы (*Magallana gigas* Thunberg, 1793) и зеленые мидии (*Perna viridis* Linnaeus, 1758). *Magallana gigas* начали выращивать во

Вьетнаме в 2006 г. (Cao Van Nguyen, Bui Quang Nghi, 2022), в провинции Куангнинь, а затем аквакультура этого вида распространилась и на другие районы, включая лагуну Няфу и Кханьхоа. За последние 10 лет устрицы *Magallana gigas* служили одним из основных источников продовольствия для города Нячанг и его окрестностей. Кроме того, из-за нехватки свежего корма для омаров (*Palinurus ornatus* Fabricius, 1798) из-за их быстрого роста и развития, в последнее время многие рыбаки выращивают этот вид устриц в качестве корма для омаров.

В 1980-е годы в лагуне Няфу (Кханьхоа) зеленые мидии были интенсивно эксплуатируемым ресурсом, добыча которого достигала 30-35 т/год. Затем объем вылова этого вида резко сократился (Nguyen Chinh, 1996). Впоследствии Департамент промысла Кханьхоа и Институт океанографии провели работу над восстановлением запаса зеленых мидий в лагуне Няфу (Vo Si Tuan, 1999; Vo Si Tuan, Hua Thai Tuyen, 2003). В настоящее время в лагуне Няфу коммерческие зеленые мидии не добываются промыслом, а являются продуктом аквакультуры.

Полевые исследования показали, что существует большая нагрузка на водные биоресурсы, особенно при использовании орудий лова, наносящих ущерб окружающей среде. Нарушение среды обитания (илистые отмели, морские травы, мангровые леса) для строительства водоемов для аквакультуры является причиной истощения природных ресурсов в Няфу. Поэтому для защиты биологических ресурсов и обеспечения устойчивого развития морской экономики необходимо управление промыслом и зонирование территории, отведенной под аквакультуру, а также запрет всех видов промысла, разрушающие донные экосистемы.

Список литературы

- Cao Van Nguyen, Bui Quang Nghi. 2022. Readjust and update on scientific name of grow-out oysters cultured in Vietnam's coastal waters. International Scientific conference BIEN DONG 2022, Nha Trang, Viet Nam: 209-218p. (in Vietnamese)
- Nguyen Chinh. 1996. Some species of bivalve mollusc have economic value in the sea of Vietnam. Publisher: Science and Technology, Hanoi: 132p. (in Vietnamese)
- Phan Duc Ngai, Vo Si Tuan, Nguyen Van Long, Hua Thai Tuyen. 2016. The characteristics and changes of benthic resources in Nha Phu waters, Khanh Hoa province. Journal of Marine Science and Technology, 16(3): 328-335p. (in Vietnamese)
- Socio-Economic situation report of 2021. Khanh Hoa Statistical Office. 52p. (in Vietnamese)
- Socio-Economic situation report of 2022. Khanh Hoa Statistical Office. 55p. (in Vietnamese)
- Vo Si Tuan. 1999. Experimental research on resource restoration of green mussels (*Perna viridis*) in Nha Phu Lagoon (Khanh Hoa). Report: 45p. (in Vietnamese)
- Vo Si Tuan, Hua Thai Tuyen. 2003. Restoration and commercial culture of green mussel (*Perna viridis*) based on local community at Nhaphu Bay (Khanh Hoa province). Proceedings of National Conference of Molluscan, 2nd: 191-196p. (in Vietnamese)
- Vo Hoan Hai. 2022. Aquaculture development in Khanh Hoa Province. Journal of economics studies, № 10: 42-49p. (in Vietnamese)
- Walters, J. S., Maragos, J., Siar, S., and White, A. T., 1998. Participatory coastal resource assessment: a handbook for community workers and coastal resource managers. Coastal Resource Management Project and Silliman University, Cebu City, Philippines. 113 pp.

Физиолого-биохимические показатели самок белуги (*Huso huso*) в нерестовый период

Ф.И. Никитин, Н.В. Козлова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: nikitinphilip@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты физиолого-биохимических исследований самок белуги в период нереста в 2023 г. В результате были получены данные по гемоглобину, общему сывороточному белку, общим липидам, холестерину, глюкозе, неорганическому фосфору в крови; водорастворимому белку в неоплодотворенной икре, что необходимо для оценки качества производителей белуги, участвующей в нерестовой кампании.

Ключевые слова: самки белуги, нерестовый период, показатели крови, неоплодотворенная икра, физиолого-биохимические показатели.

Цель исследования – изучить физиолого-биохимические показатели самок белуги в нерестовый период.

В 2023 г. в нерестовый период на научно-экспериментальном комплексе аквакультуры «БИОС» было проведено исследование крови 8 экз. самок белуги (*Huso huso*). Самки были из доместичированных (ДМС) – 3 экз. и ремонтных (РМС) – 5 экз. стад, V стадии зрелости гонад (СЗГ), положительно ответившие на гормональную стимуляцию. Масса рыб изменялась от 93,3 до 166,6 кг. Кровь отбирали прижизненно из хвостовой вены, сразу после получения половых продуктов (Методические указания по проведению..., 1999). Концентрации физиолого-биохимических показателей крови были измерены с помощью коммерческих наборов («Ольвекс») на биохимическом анализаторе «BioChem Analette». Содержание общих сывороточных липидов исследовали по Цольнеру – Киршу (Zollner, Kirsch, 1962), водорастворимого белка в неоплодотворенной икре осетровых рыб определяли методом Варбурга и Христьяна (Детлаф, Бродский, Гаузе 1974) на спектрофотометре «Shimadzu-UV-3600 Plus». Статистическая обработка данных выполнена в программе «Statistica 10». Результаты физиолого-биохимических исследований крови представлены в таблице.

Таблица. Физиолого-биохимические показатели крови самок белуги различного происхождения

Происхождение рыб	Показатель	Процентиль			Критерий Манна-Уитни
		25-я	50-я (медиана)	75-я	
РМС	Гемоглобин, г/л	90,1	93,2	93,3	0,77
ДМС		88,0	88,2	98,2	
РМС+РМС		88,11	91,64	95,74	
РМС	Общий белок, г/л	21,3	29,5	32,8	0,82
ДМС		24,7	33,1	41,5	
РМС+РМС		24,70	29,50	34,60	
РМС	Общие липиды, г/л	5,13	6,60	7,50	0,82
ДМС		2,10	5,43	8,76	
РМС+РМС		3,81	6,60	8,25	

РМС	Холестерин, ммоль/л	1,85	2,60	3,30	0,49
ДМС		2,70	3,85	5,00	
РМС+РМС		2,40	2,75	3,80	
РМС	Глюкоза, ммоль/л	2,35	4,70	5,50	0,82
ДМС		4,30	6,50	8,70	
РМС+РМС		4,30	4,70	6,10	
РМС	Фосфор, ммоль/л	0,75	1,30	1,55	0,11
ДМС		1,80	2,10	2,40	
РМС+РМС		1,10	1,55	1,80	

Статистический анализ сравнения по критерию Манна-Уитни не выявил значимых различий ($p > 0,05$) между физиолого-биохимическими показателями белуги из естественной и искусственной генерации. Далее в работе будут описаны результаты исследования крови всех самок белуги, участвующих в нерестовой кампании 2023 г., без подразделения происхождения.

Полученные средние диапазоны концентраций общего белка, липидов, холестерина в крови белуги в нерестовой период соответствовали исследованиям, описанным ранее Ю.Б. Долидзе (1981) в аналогичный период после гормональной стимуляции особей с высоким процентом оплодотворения икры в искусственных условиях.

Содержание гемоглобина в крови исследованных самок белуги составляло в среднем диапазоне 88,11-95,74 г/л, что соответствовало результатам исследований, полученным нами ранее (Козлова, Макарова, Никитин, 2022), и свидетельствовало об удовлетворительном состоянии рыб.

В литературе отсутствуют данные по содержанию глюкозы и фосфора у белуги в нерестовой период. По данным М.В. Шалак, Н.А. Садовой (2010) в преднерестовой период у самок стерляди средние значения глюкозы составляли 4,2 ммоль/л, фосфора – 2,8 ммоль/л. Выявленный средний диапазон глюкозы 4,30-6,10 ммоль/л в крови белуги в период нереста свидетельствовал о стресс-реакции рыб на рыбоводные манипуляции. Медиана фосфора составила 1,55 ммоль/л, что характеризовало отсутствие нарушений обменных процессов исследуемого вещества.

Статистический анализ выявил высокую положительную корреляцию ($p < 0,05$) между общим белком и общими липидами ($r=+0,94$), общим белком и холестерином ($r=+0,83$). Отмеченная зависимость характеризовала однонаправленные закономерности расходования биохимических компонентов в крови рыб, участвующих в формировании половых продуктов. Результаты анализа водорастворимого белка в неоплодотворенной икре белуги представлены на рисунке. Медиана показателя составила 144,9 мг/г.

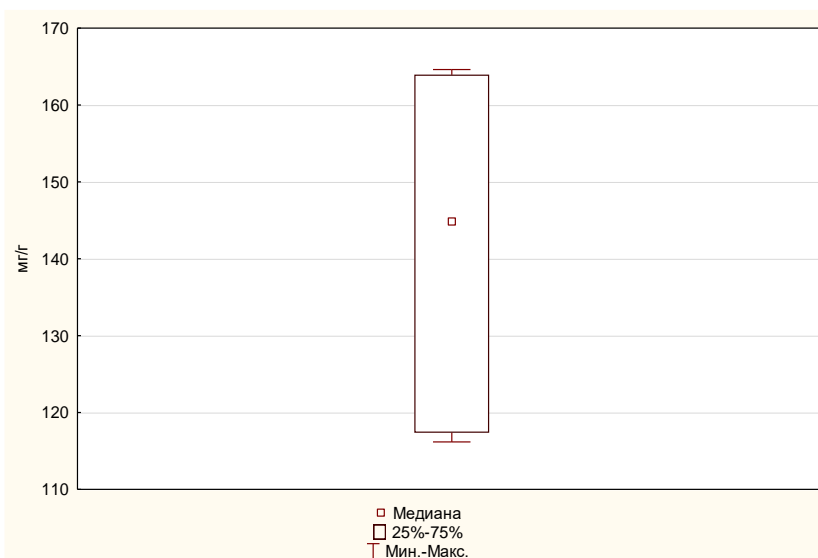


Рисунок. Содержание водорастворимого белка в неоплодотворённой икре белуги

Исходя из литературных данных (Гераскин и др., 2018) в ооцитах самок белуги IV СЗГ в искусственных условиях среднее содержание белка составляло 78,73 мг/г у рыб из РМС и 100,34 мг/г из ДМС. Полученные нами величины пластического субстрата – белка в ооцитах белуги на НЭКА «БИОС» характеризовали удовлетворительную физиологическую подготовленность особей к нересту.

Таким образом, изучены физиолого-биохимические показатели крови и неоплодотворенной икры самок белуги в нерестовый период 2023 г. в условиях искусственного воспроизводства. Не отмечено статистически значимых отличий по исследованным показателям между особями из РМС и ДМС. Результаты физиолого-биохимических исследований самок белуги в нерестовый период свидетельствовали об удовлетворительном физиологическом и репродуктивном статусе рыб.

Список литературы

Гераскин П. П., Ковалева А. В., Григорьев В. А., Фирсова А. В., Яицкая М. В., Ветрова В. Ж. 2018. Оценка физиологической подготовленности к репродуктивной функции доместицированных самок белуги и выращенных от икры в искусственных условиях./ Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Рыбное хозяйство. № 4: 95–103.

Детлаф Т.А., Бродский В.Я., Гаузе Г.Г. 1974. Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические. М.: изд-во «Наука», 619 с.

Долидзе Ю. Б. 1981. Физиолого-биохимическая характеристика производителей белуги, различающихся качеством зрелых половых продуктов. Рациональные основы ведения осетрового хозяйства: тез. докл. науч.- практ. конф. Волгоград: ЦНИОРХ, 77–78.

Козлова Н.В., Макарова Е.Г., Никитин Ф.И. 2022. Вариабельность физиолого-биохимических показателей крови самок белуги (*Huso huso*) в условиях искусственного воспроизводства. Рыбоводство и рыбное хозяйство №12: 818-827.

Методические указания по проведению гематологического обследования рыб № 13-4-2/1487 от 02 февраля 1999 г. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации (Минсельхозпрод России), Департамент ветеринарии. 1999. Москва: Минсельхозпрод России, 6 с.

Шалак М. В., Садомов М. В. 2010. Физиолого-репродуктивный статус производителей осетровых рыб в преднерестовый период в условиях аквакультуры. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. № 3: С. 102–105.

Zollner N., Kirsch K. 1962. Colorimetric method for determination of total lipid in serum. Z. Ges. Exp. Med. N. 135: 545–550.

Морфо-физиологические показатели ерша обыкновенного (*Gymnocephalus cernuus*, Linnaeus, 1758) из мелководной части восточной части Финского залива Балтийского моря

А.К. Оборина, З.Г. Каурова

ФГБОУ ВО СПбГУВМ, г. Санкт-Петербург

e-mail: nlss13@mail.ru

Аннотация. В работе приводятся ряд морфо-физиологических и размерно-массовых характеристик ерша обыкновенного (*Gymnocephalus cernuus*, Linnaeus, 1758), выловленного в мелководной части восточной части Финского залива в июле 2023 г. Достоверных отличий по размеру, массе и упитанности выявлено не было. Размерно-массовые характеристики ерша соответствовали характерным в среднем показателям для данного вида.

Ключевые слова: ерш обыкновенный, *Gymnocephalus cernuus*, индекс печени, гонадосоматический индекс, Финский залив, упитанность.

Ёрш относится к малоценным, с промысловой точки зрения, видам рыб, однако является хорошим индикатором состояния местообитаний и удобным тест-объектом. Анализ его морфо-физиологических показателей является перспективным направлением в области биоиндикации и биотестирования. Ерш входит в основной состав кормовой базы хищных рыб, в том числе и промысловых, следовательно, улов косвенно зависит от непромысловых видов рыб, в том числе и ерша (Семёнов, 2010). В последние годы отмечается сокращение численности ерша в уловах на акваториях с растущей антропогенной нагрузкой, поскольку он очень чувствителен к дефициту кислорода в воде. Таким образом, строительные работы и изъятие придонного грунта, снижающие прозрачность воды, и, как следствие, отрицательно сказывающиеся на кислородном режиме водоема, приводят к изменениям основных индивидуальных и популяционных характеристик ерша (Болотова, 1996; Тяптиргянов, 2020).

На акваторию Финского залива, в частности на восточную его часть, оказывается интенсивное антропогенное воздействие (гидротехнические работы, хозяйственная деятельность, судоходство, судостроение, комплексное водопользование, застройка побережья, рекреация), что наряду с природными факторами, оказывает влияние на состояние биоты, продуктивность ихтиоцены и качество товарной рыбы (Шурухин, 2016; Семеошкова, 2021).

Для оценки состояния водоема в качестве индикатора используют физиологические критерии состояния рыб и широко применяют метод морфо-физиологических показателей. Данный метод позволяет дать представление о функционировании организма, его приспособления к условиям обитания, так как среда оказывает на животных комплексное воздействие. (Чеснокова 2022).

Материалом для работы послужили данные, собранные в результате научно-исследовательского облова, произведённого в июле 2023 г. на мелководном участке Восточной части Финского залива совместно с Санкт-Петербургским филиалом ФГБНУ «ВНИРО». Были использованы сети ставные жаберные комбинированные. Анализу было подвергнуто 45 особей ерша.

Индекс печени рассчитывается по формуле (1):

$$\text{ИП} = \frac{P_n * 1000}{P_m} \quad (1)$$

где P_n – масса печени (г), P_m – масса тушки (г).

Гонадосоматический индекс (ГСИ) рассчитывался по формуле (2):

$$\text{ГСИ} = \frac{P_g}{P_T} * 100 \quad (2)$$

где P_g - масса гонад (г), P_t – масса тушки (г).

Коэффициент упитанности по Фультону рассчитывался по формуле (3):

$$K_{y(ф)} = \frac{P*100}{L^3} \quad (3)$$

где P – масса рыбы (г), L – длина тела (см).

Коэффициент упитанности по Кларку рассчитывался по формуле (4):

$$K_{y(кл)} = \frac{P*100}{L^3} \quad (4)$$

где P – масса тушки (г), L – длина тела (см).

Статистическая обработка проводилась с использованием метода Шапиро-Уилка для расчёта нормальности, а также t-критерий Стьюдента и U-критерий Манна — Уитни.

Данные о размерно-массовых и морфофизиологических характеристиках приведены в таблице (табл.).

Таблица 1. Морфофизиологические показатели самок и самцов ерша обыкновенного

Параметр	Все	Самки	Самцы
M±m Min-max	Длина стандартная, см		
	8,7±0,08 7,4-10,0	9,2±0,4 8,0-10,0	8,6±0,5 8,4-15,9
	Масса, г		
	13,6±0,35 8,4-20,6	16,4±2,5 9,5-20,6	13,2±0,5 8,4-15,9
	Индекс печени (ИП)		
	11,02±1,8 5,3-87,2	9,9±1,0 8,0-12,0	8,9±0,7 5,4-14,1
	Гонадосоматический индекс (ГСИ)		
	0,46±0,1 0,1-1,3	0,9±0,1* 0,9-1,1	0,8±0,1 0,2-1,3
	Коэффициент упитанности по Фультону ($K_{y(ф)}$)		
	2,1±0,03 1,7-2,4	2,0±0,1 1,9-2,2	2,1±0,05 1,7-2,4
	Коэффициент упитанности по Кларку ($K_{y(кл)}$)		
	1,9±0,02 1,5-2,1	1,8±0,1 1,7-2,0	2,9±0,05 1,6-2,1

Примечание: данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – стандартная ошибка. * - отличия достоверны при $p \leq 0,05$.

Средняя длина ерша обыкновенного составила 8,7 см, максимальная длина – 10 см, что соответствует средним показателям для данного вида (Смирнов, 1977; Семёнов, 2010; Кузнецов, 2016; Шибаев, 2016; Тяптиргянов, 2020).

Достоверно отличается гонадосоматический индекс – у самок он выше на 12,5%, по сравнению с самцами. Достоверных отличий по длине, массе, индексу печени, а также коэффициентам упитанности по Фультону и Кларку, не выявлено.

Размерно-массовые характеристики ерша, выловленного в июле 2023 г. соответствовали характерным в среднем показателям для данного вида. В гонадах самок отмечалось наличие икры, и с учетом того, что у ерша нерест порционный и продолжительный (с весны по июнь-июль). Можно предположить, что увеличение у самок ГСИ может быть связано с заключительным этапом нереста и наличием икры.

Исходя из результатов исследований с учетом антропогенной нагрузки на исследуемую акваторию, можно заключить, что изменения среды обитания пока не привели к существенному изменению морфофизиологических показателей.

Ёрш служит пищей окунёвых, щуковых, лососёвых, сиговых и тресковых видов рыб, он играет важную роль в трофической сети, является осёдлым видом, не совершая

значительных миграций и является перспективным объектом исследований с точки зрения мониторинга и оценки состояния акваторий.

Благодарности: Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории ихтиологии Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга») за помощь в сборе ихтиологического материала для анализа. Также приносим благодарность Санкт-Петербургскому филиалу ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга») за предоставленную возможность проведения исследований.

Список литературы

Болотова Н.Л., Зуянова О.В. 1996. Состояние популяции ерша как показатель антропогенного воздействия на водоемы Вологодской области. Гидробиологическое общество РАН. VII съезд гидробиолог. об-ва РАН (14-20 окт. 1996 г.). Т. 2 : материалы съезда. Казань: Полиграф, 175-176.

Кузнецов В. А., Галанин И. Ф., Кузнецов В. В. 2016. Размерно-возрастной состав и рост ерша *Gymnocephalus cernuus* L. в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища и в реке Казанке. Самара: Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Т. 18. – №. 2-2, 426-429.

Семенов Д. Ю. 2010. Биоэкологическая характеристика обыкновенного ерша (*Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)) Куйбышевского водохранилища. Н. Новгород.: изд-во Нижегородского университета им. НИ Лобачевского. – №. 3-1, 117-125.

Семеошенкова В. С. 2021. Анализ социо-экологических проблем прибрежной зоны восточной части Финского залива. Морские исследования и образование (MARESEDU-2021), Труды X Международной научно-практической конференции (III). – Тверь: ПолиПРЕСС, 324-327.

Смирнов, А.Н. 2020. Ерш Финского залива. Известия ГосНИОРХ. 1977. Т. 123, 123-132.

Тяптиргянов М. М. Обыкновенный ёрш *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) в условиях Якутии. Якутск: Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова 1 (75), 27-39.

Чеснокова И. И., Оборина А. К., Белоусова И. К. 2022. Гонадосоматический и гепатосоматический индексы морского ерша (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) в бухтах Севастополя. Актуальные проблемы экологии и природопользования, СПб.: Изд-во СПбГУВМ, 105-107.

Шибяев С. В. и др. 2016. Характеристика фонового состояния биоты реки Неман в зоне возможного воздействия Балтийской АЭС (Калининградская область). Известия КГТУ. №. 42, 59-86.

Шурухин А. С. и др. 2016. Современное состояние рыбного промысла и эффективность использования сырьевой базы в Финском заливе Балтийского моря. М.: изд-во ВНИРО. Т. 160, 60-69.

Анализ доступности рыбных продуктов населению Российской Федерации

А.Н. Колмаков, А.О. Павлова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: pavlova@vniro.ru

Аннотация. В статье проведен анализ состояния внутреннего рынка рыбных продуктов для выявления факторов, влияющих на насыщение и обеспечение доступности рыбы и рыбной продукции для населения Российской Федерации. Было выявлено, что одной из основных проблем насыщения российского рынка доступной рыбной продукцией является экспортная ориентированность отечественного рыбохозяйственного комплекса, переориентация которого на внутренний рынок является основной задачей для дальнейшего его развития. В результате исследования были предложены меры государственного регулирования, направленные на удовлетворение потребностей внутреннего рынка.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, государственное регулирование, внутренний рынок, рыбопродукция, добыча, потребление.

Рыбохозяйственный комплекс России, как компонент стратегического значения, обеспечивает продовольственную безопасность страны, поставляя населению полноценные и зачастую незаменимые продукты питания из рыбы и других гидробионтов. По данным Коллегии Росрыболовства в 2021 г. вылов водных биоресурсов в Российской Федерации превысил 5 млн т, товарное выращивание составило более 319 тыс. т. Оборот организаций по виду экономической деятельности «рыболовство и рыбоводство» по сравнению с 2020 годом увеличился на 7,4% и достиг в 2021 г. 419,9 млрд руб. Все это позволяет рыбохозяйственному комплексу сохранять стабильные экономические и производственные показатели.

Новые реалии ставят новые задачи, которые связаны с дальнейшим обеспечением доступности продукции для населения. Нарушение выстроенных процессов вылова, производства, переработки рыбы усиливают географическое сегментирование рынка, а товаропроводящие цепи удлиняются и усложняются. Все это сказывается на ценообразовании и, в конечном итоге, на доступности рыбопродукции для населения страны.

В среднем объем рыбы и рыбопродуктов, находящихся на внутреннем рынке России составляет 3,2 млн т рыбы в год. С учётом стабильных показателей по вылову, росту производства рыбы, переработанных и консервированных рыбных продуктов, а также продолжающегося развития аквакультуры, внутренний рынок будет полностью обеспечен широкой ассортиментной линейкой рыбной продукции.

Несмотря на это, рыба и рыбопродукты в России на сегодняшний день остаются менее востребованными среди потребителей по сравнению с мясными продуктами. Рассматривая фактическое потребление рыбы и рыбопродуктов в среднем по стране, а также по данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств, было выявлено, что оно не соответствует обновленным нормам потребления Минздрава России (Приказ Минздрава России от 19.08. 2016 г. № 614 (с изм. на 30 декабря 2022 года) «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания»). Новая норма составляет 28 кг на человека в год, этой цифре соответствует потребление лишь самой материально обеспеченной децильной группы (см. табл.1).

Для представления полной картины об экономической доступности рыбы и рыбопродуктов необходимо учитывать сложившиеся цены на рынке и их долю в структуре потребительских расходов на покупку рыбы домашних хозяйств, которая показывает 2,5% от доли расходов на покупку питания в первых пяти децильных группах, в десятой децильной

группе эта доля составляет 1,6%. Среднедушевой объем потребления рыбы и рыбных продуктов россиянами в среднем в три раза меньше объема потребления мясной продукции (мясо свинины и говядины). Структура потребления и потребительских предпочтений рыбы и рыбопродуктов в значительной мере связана с уровнем благосостояния семей.

Таблица 1. Среднедушевое потребление рыбы и рыбной продукции в живом весе (весе сырца) в Российской Федерации

	2018	2019	2020	2021	2022
Потребление рыбы и рыбопродуктов, (на душу населения в год; килограммов)	20,2	21,1	20,0	21,2	22,6
Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах по 10-процентным (децильным) группам населения, в среднем на потребителя в год, кг					
Первая (с наименьшим уровнем благосостояния)	14,2	13,8	13,7	13,6	13,8
Вторая	16,4	16,9	16,7	16,8	17,0
Третья	18,8	19,0	18,5	18,6	18,8
Четвертая	20,1	20,5	20,2	20,0	20,7
Пятая	21,8	22,8	21,3	21,6	21,4
Шестая	22,0	22,8	22,9	23,4	22,1
Седьмая	24,1	23,2	23,5	23,9	23,0
Восьмая	25,5	26,2	26,5	24,0	25,0
Девятая	26,9	27,4	27,2	26,3	26,7
Десятая (с наибольшим уровнем благосостояния)	27,8	28,0	30,0	28,9	30,4

Источник: Росстат

Говоря об особенностях потребительских предпочтений рыбной продукции на внутреннем рынке, необходимо отметить, что в структуре розничного потребления преобладает замороженная рыба, на долю которой приходится до 65% от общего потребления.

Согласно последнему исследованию, проведенному Всероссийским центром изучения общественного мнения (ВЦИОМ) в партнерстве с ВАРПЭ, о потреблении рыбы, фиксируется снижение частоты покупок: если в 2018 г. доля ежемесячных покупателей рыбы и рыбной продукции достигала 81%, то сегодня она чуть ниже — 75%. Вместе со снижением частоты покупок рыбы и рыбной продукции снижается интенсивность ее потребления: в настоящее время едят рыбу раз в неделю и чаще 42% россиян, это в 1,6 раза меньше, чем пять лет назад (в 2018 году — 68%). Среди молодежи показатели еженедельного потребления рыбы не только ниже, но и быстрее снижаются, за пять лет — в 2,5 раза (55% в 2018 г., 31% в 2019 г. и 22% в 2023 г.).

Необходимо отметить, что из основных программных документов, определяющих развитие рыбохозяйственного комплекса были убраны цели о достижении потребления рыбы и рыбопродуктов в живом весе (весе сырца) в стране в объеме не менее 25 килограммов в год на человека. Теперь это положение изложено в следующей редакции: «поддержание уровня самообеспечения рыбой и рыбопродуктами в живом весе (весе сырца) не менее 85 процентов в год». Вместе с этим Президент Российской Федерации поручил главе Минсельхоза России разработать программу по повышению потребления рыбы.

Формирование потребительского спроса и покупательская способность населения страны во многом зависит от ценовой конъюнктуры рынка, на которую влияет множество факторов, в том числе инфраструктурного характера. Необходимо учесть, что основные виды рыб относятся к продуктам массового потребления и ценовое регулирование в данной отрасли имеет большое значение. За исследуемый период с января 2021 г. – по декабрь 2022 г. средний уровень потребительских цен значительно повысился по всем категориям рыбы и рыбопродуктов – в среднем на 30% (табл.2). В большей степени повышение наблюдается по:

рыбе охлажденной и мороженой лососёвых видов рыб, кальмару мороженому, икре лососевых, сельди солёной, солёным и копчёным деликатесным продуктам из рыбы.

Таблица 2. Изменение средних потребительских цен на рыбную продукцию по данным Росстата (рублей)

Наименование продукции	2021	2022	Рост цены, %
	январь	декабрь	
Рыба живая и охлажденная	214,28	269,66	25,8
Рыба охлажденная и мороженая разделанная лососевых пород	771,37	1 076,14	39,5
Филе рыбное	377,17	470,36	24,7
Рыба соленая, маринованная, копченая	457,91	597,77	30,5
Рыба мороженая разделанная (кроме лососевых пород)	237,6	276,99	16,6
Рыба мороженая неразделанная	181,29	207,56	14,5
Икра лососевых рыб, отечественная	4 432,16	5 940,23	34,0
Соленые и копченые деликатесные продукты из рыбы	1 632,02	2 155,36	32,1
Креветки мороженые неразделанные	704,05	907,95	28,9
Кальмары мороженые	295,51	443,1	49,9
Сельдь соленая	203,25	270,76	33,2
Филе сельди соленое	409,92	517,36	26,2

В целом развитие рынка рыбы и рыбной продукции в России сопровождается существенными трудностями. К ним можно отнести: неблагоприятную ценовую конъюнктуру, снижение потребительского спроса, низкий уровень переработки рыбного сырья и, как следствие, добавленной стоимости конечной продукции.

Одной из основных проблем насыщения российского рынка доступной рыбной продукцией является экспортная ориентированность отечественного рыбохозяйственного комплекса, переориентация которого на внутренний рынок является основной задачей. В качестве возможных мер по её решению можно рассматривать государственное регулирование квот на вылов рыбы и перераспределение их в пользу предприятий, чья деятельность направлена на удовлетворение потребностей внутреннего рынка и в конечном итоге – на импортозамещение; создание условий для преимущественной переработки рыбного сырья на отечественных предприятиях, увеличения количества рабочих мест, обновления производственных фондов рыбохозяйственного комплекса страны.

Список литературы

Коллегия. Итоги деятельности федерального агентства по рыболовству в 2021 году и задачи на 2022 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/03/kollegiya_itogi_2021_zadachi_2022.pdf (дата обращения: 21.08.2023).

Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, утверждённая 8 сентября 2022 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: №2567-р <http://government.ru/docs/46497/> (дата обращения: 21.08.2023).

Государственная программа Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса», утверждённая постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. N 314. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/499091766> (дата обращения: 30.08.2023).

Рыбный день, или о потреблении рыбы в России: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/rybnyi-den-ili-o-potreblenii-ryby-v-rossii> (дата обращения 01.06.2023).

Первая находка красноперки (*Scardinius erythrophthalmus* Linnaeus, 1758) в Кубенском озере Вологодской области

Е.С. Понета^{1,2}, С.А. Непоротовский¹

¹ФГБНУ «ВологодНИРО», г. Вологда

²Череповецкий государственный университет, г. Череповец

e-mail: evgenyropeta@gmail.com

Аннотация. В октябре 2022 года в Кубенском озере Вологодской области в месте впадения рек Ёда и Кой были обнаружены 6 экземпляров красноперки (*Scardinius erythrophthalmus* Linnaeus, 1758). На сегодняшний день это первая находка красноперки в Кубенском озере, относящемуся к бассейну Северного Ледовитого океана. Вероятно, данный вид проник из Волжского-Каспийского бассейна через реку Порозовицу по Северо-Двинскому водному пути.

Ключевые слова: красноперка, Кубенское озеро, инвазия, *Scardinius erythrophthalmus*.

Кубенское озеро располагается в центральной части Вологодской области и относится к Северо-Двинскому бассейну Белого моря. Озеро имеет вытянутую с северо-запада на юго-восток форму. Береговая линия водоема сильно изрезана, особенно в южной и юго-восточной части, где расположено значительное количество мысов, заливов и островов.

Длина озера составляет 54 км, наибольшая ширина – 10 км. Площадь водного зеркала равна 400 км², средняя глубина – 2,5 м, на фарватере – 4,5 м (Болотова, Воробьев, 2007).

Морфометрические параметры озера в течение года сильно изменяются вследствие резкого колебания уровня воды в водоеме. Колебание уровня воды в маловодные годы составляет около 3 м, в многоводные превышает 5 м (Болотова, Воробьев, 2007). Кубенское озеро входит в состав Северо-Двинского водного пути, соединяющего бассейны Белого и Каспийского морей. Речной сток из озера отличается более равномерным внутригодовым распределением по сравнению с режимом поверхностного притока благодаря искусственному зарегулированию водоема.

В озеро Кубенское впадает 9 притоков длиной более 10 км и несколько десятков рек и ручьев меньших размеров. Самым крупным и многоводным притоком озера является р. Кубена, протяженностью 368 км.

В ихтиофауне Кубенского озера отмечается 17 видов рыб. Наибольшее их количество относится к отряду карпообразных и семейству карповые (10 видов). Из отряда лососеобразных зарегистрировано два вида: нельма и сиг-нельмушка. Из окунеобразных отмечены три вида, принадлежащие семейству окуневых (судак, речной окунь и ерш). Остальные два отряда представлены в ихтиофауне водоема одним видом: щукообразные (щука обыкновенная) и трескообразные (налим).

Обыкновенная красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) является широко распространенным видом семейства карповых. Этот фитофильный вид рыб предпочитает эвтрофированные озера и участки рек с медленным течением и разнообразной водной растительностью. Ареал красноперки охватывает почти всю Европу к северу от Пиренеев и Альп – от Британских островов до Урала (Кожара и др., 2020). Ранее она была исключена из числа видов, обитающих в водоёмах бассейна Северного Ледовитого океана (Берг, 1949). Распространение в бассейне Белого моря ограничивается несколькими озерами водосборных площадей верхнего течения рек Онега и Северная Двина, где обитают изолированные реликтовые популяции (Атлас..., 2003; Бознак, 2008; Дворянкин, 2014; Kottelat, Freyhof, 2007).

В октябре 2022 г. в озере Кубенском впервые были отловлены 6 экземпляров красноперки *Scardinius erythrophthalmus*. Отлов рыбы осуществлялся ставными сетями с

размером яиц 18 и 20 мм. Обработка осуществлялась в лаборатории, с последующим определением по систематическим ключам. Морфологические измерения проводили штангенциркулем с точностью до 0,1 мм по ранее разработанной для семейства карповых методике (Правдин, 1966).

Два экземпляра *Scardinius erythrophthalmus* обнаружены в ставных сетях с ячеей 20 мм 19 октября 2022 г. в устье реки Кой Кубенского озера (59°47'29"с.ш., 39°05'42"в.д.). Ещё четыре экземпляра красноперки были выловлены в устье реки Ёда (59°50'47"с.ш., 39°07'28"в.д.) ставной сетью с ячеей 18 мм (рис. 1).

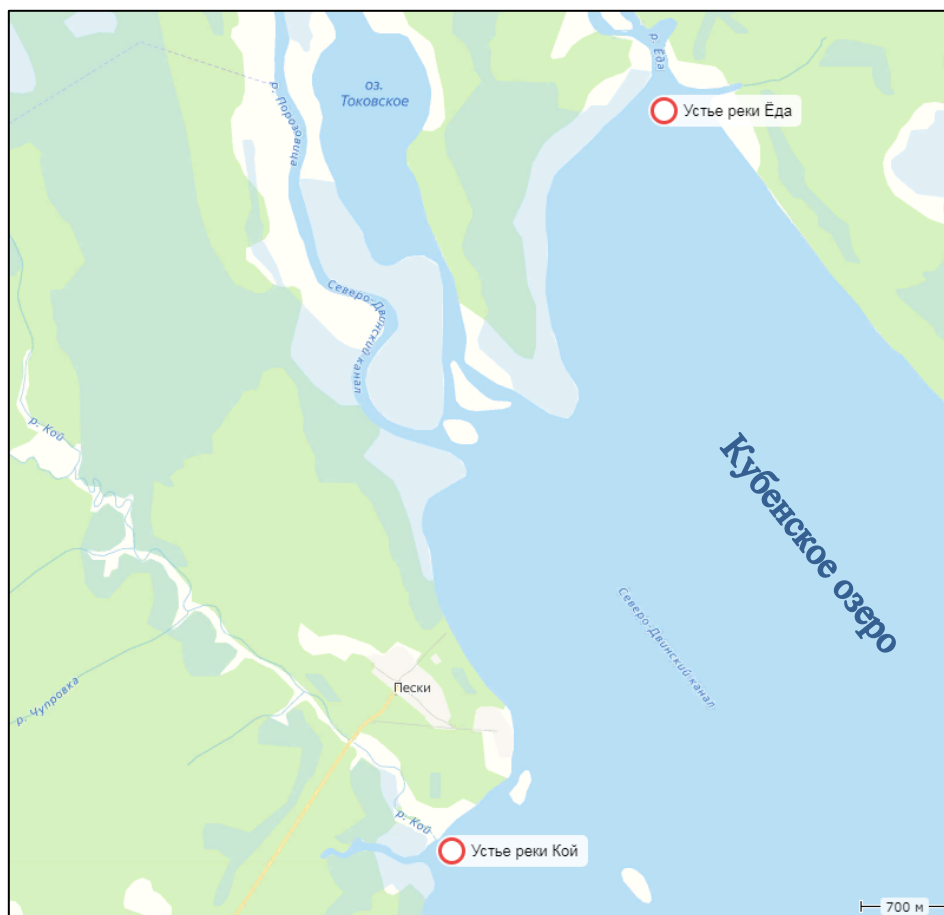


Рисунок 1. Картограмма расположения мест обнаружения красноперки *Scardinius erythrophthalmus* на Кубенском озере

Рыба была обнаружена в прибрежных мелководных устьевых участках, заросших макрофитами. В улове были отмечены окунь, плотва, густера, лещ и ёрш, доля красноперки от общего вылова составила 5 %.

Все особи имеют характерное, уплощённое с боков тело, покрытое крупной циклоидной чешуёй. Перед спинным плавником спина сжата с боков. Рот обращён вверх. Окраска тела серебристая с бронзовым отливом на спине; парные, хвостовой и анальный плавники — красные. Глаза оранжевые, с красным вкраплением сверху.

Стандартная длина (SL) рыб в выборке варьировала в пределах 117—202 мм, масса — 33,4—195,6 г, возраст — 3—6 лет.

Основные меристические признаки: D III 8—9, A III 10—11, чешуй в боковой линии 39—43, жаберных тычинок 8—10. Число позвонков 34—38. По этим признакам красноперка из Кубенского озера близка к типичной форме данного вида (Атлас..., 2003, Берг, 1949), отличаясь лишь несколько меньшим числом позвонков (рис. 2).



Рисунок 2. Фотография одной из выловленных красноперок *Scardinius erythrophthalmus*

Изученные другими авторами популяции красноперки бассейна Белого моря (Атлас..., 2003; Бознак, 2008; Дворянкин, 2014; Kottelat, Freyhof, 2007) обитают изолированно, в то время как в Кубенском озере Вологодской области красноперка появилась, вероятно, путем проникновения через реку Порозовица Северо-Двинской водной системы из бассейна Каспийского моря, что свидетельствует о инвазионном происхождении популяции.

На это также указывают находки красноперки в начале 2000-х годов в нескольких малых озерах национального парка «Русский Север», которые также входят в состав Северо-Двинской водной системы. Материалы об этих находках в данный момент находятся в печати.

Факт обнаружения красноперки в Кубенском озере Вологодской области требует детального рассмотрения путей проникновения, возможности натурализации *Scardinius erythrophthalmus* и потенциальные последствия этой инвазии для водных экосистем Кубенского озера.

Список литературы

- Атлас пресноводных рыб России. 2003. Москва: Наука. Т. 1.
Берг Л.С. 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР. Т. 2. С. 469.
Бознак Э.И. 2008. Красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (L.) притоков реки Северная Двина. *Вопр. ихтиол.* Т. 48. № 3. С. 427.
Болотова Н.Л., Воробьев Г.А. 2007. Озеро Кубенское. Природа Вологодской области. Вологда: «Издательский Дом Вологжанин», 137-140.
Дворянкин Г.А. 2014. Первая находка красноперки *Scardinius erythrophthalmus* (Cyprinidae, Cypriniformes) в бассейне реки Онега. *Вопр. ихтиол.* Т. 54. № 1. С. 118. <https://doi.org/10.7868/S0042875213060027>
Кожара А.В., Маврин А.С., Мироновский А.Н. 2020. Структура фенетического разнообразия и систематика красноперки *Scardinius erythrophthalmus* водоемов и водотоков России и сопредельных стран. *Биология внутр. вод.* № 6. С. 538.
Правдин Ф.И. 1966. Руководство по изучению рыб. - М., 376 с.

Kottelat M., Freyhof J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Berlin: Kottelat, Cornol and Freyhof.

Влияние мелиорации на естественное воспроизводство биоресурсов на Верхнем плесе Цимлянского водохранилища

О.С. Прошкина, И.А. Андреева, В.А. Чухнин

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»), г. Волгоград
e-mail: Olita2@yandex.ru

Аннотация: В работе рассматривается роль мелиоративных мероприятий в период 2018-2022 годы, по восстановлению нерестовых участков на Верхнем плесе Цимлянского водохранилища на разливах реки Донская Царица.

Ключевые слова: рыбохозяйственная мелиорация, высшая водная растительность, река Донская Царица, водные биоресурсы.

Современное состояние Донских притоков, впадающих в Цимлянское водохранилище – одного из крупнейших на Юге Российской Федерации и имеющего огромное промысловое значение, давно находится в центре внимания. В настоящее время в водохранилище ограничивается запас многих видов рыб за счет ухудшения условий обитания и воспроизводства водных биоресурсов (утрата мест нереста и размножения, зимовки, нагула и тд.). Такое негативное проявление обусловлено рядом факторов. Однако, главным из них принято считать исчезновение первоначального вида пойменных нерестилищ, которые заменяются затопленной осушной зоной.

В силу слабой проточности, мелководности, высокой биологической продуктивности и некоторых других геоморфологических особенностей многие процессы в Цимлянском водохранилище (абразия, переформирование береговой линии, осадконакопление, зарастание литорали и др.), протекают гораздо интенсивнее, чем во многих других искусственно созданных водоемах. Многолетнее нарастание этих процессов привело к кардинальной трансформации основных нерестилищ и снижению их эффективности.

На сегодняшний день заливы, образованные в результате затопления устьевых областей, впадающих в водохранилище рек, имеют открытые участки, которые подвержены зарастанию. Типичный пример такого водоема – река Донская Царица.

Река Донская Царица – один из крупных притоков Цимлянского водохранилища. Полностью протекает по территории Волгоградской области. Длина реки 111 километров, водосборная площадь 992 км². В весенне-летний период представляет собой группу водоемов глубиной до 3-4 метров, подпитываемых родниками. По отчетным материалам «ВолгоградНИРО» (1996), в таких условиях происходит намыв мелководий, которые за период с 1979 по 2022 гг. значительно разрослись и стали обособленными островами. Река Донская Царица относится к водоёмам высшей рыбохозяйственной категории, т.к. служит нерестилищем судака - ценного промыслового вида рыб.

На протяжении многих лет для улучшения состояния естественных мест нерестилищ, на участках реки Донская Царица проводились мелиоративные мероприятия, особенно в период 1970-1990 гг. прошлого века, способствующие оздоровлению водоема.

По отчетным материалам «ВолгоградНИРО» (2003; 2022), на разливах реки Донская Царица и прилегающих к ним участках Верхнего плеса, начиная с 1960 г., проводились исследования по оценке эффективности нереста и урожайности молоди, показатели которых принимали высокие значения, в последующие годы после проведения на них мелиоративных работ. Самые высокие значения урожайности молоди промысловых видов рыб были достигнуты в период с 1985 по 1996 гг. (рис. 1)

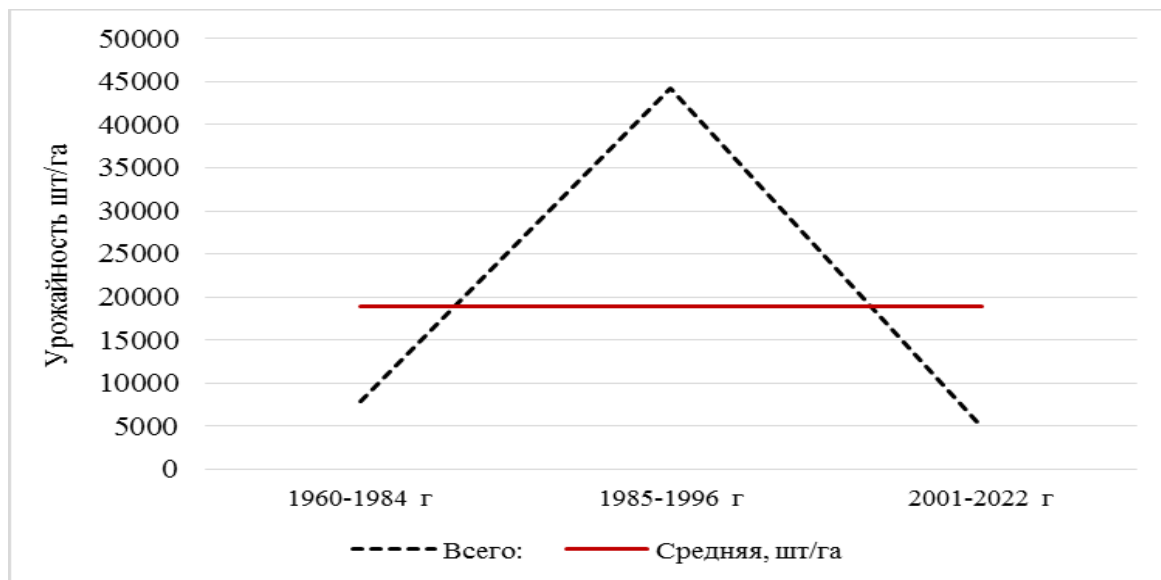


Рисунок 1. Урожайность молоди промысловых видов на нерестилищах реки Донская Царица на Верхнем плесе Цимлянского водохранилища за три периода наблюдений, шт/га

Последний раз работы по выкосу и удалению водных растений в объеме 171,17 га на разливах реки Донская Царица были проведены в 2018 году. По итогам проведения мероприятий рыбохозяйственной мелиорации на участках реки, был выполнен расчет рыбопродуктивности до и после проведения работ по удалению высшей водной растительности (рис. 2).

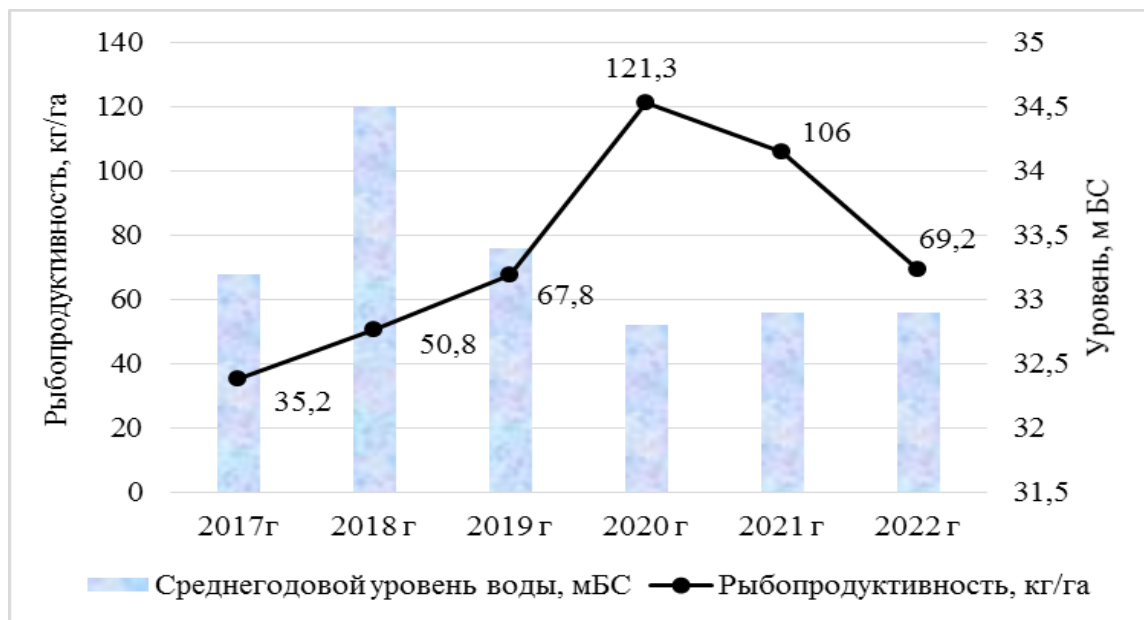


Рисунок 2. Изменение рыбопродуктивности нерестилищ (кг/га) на разливах реки Донская Царица и среднегодовой уровень воды (м Балтийской Системы) в Цимлянском водохранилище в 2017-2022 гг.

Рыбопродуктивность нерестилищ на разливах реки Донская Царица до проведения мелиорации, в 2017 г. составила 35,2 кг/га. Следует отметить, что по данным «ВолгоградНИРО» максимальное зарастание на разливах реки было зафиксировано в

маловодный 2015 г. и минимальное в многоводный 2018 г.

В 2018 г. рыбопродуктивность находилась на отметке 50,8 кг/га, через год, после проведения мелиоративных работ, показатель повысился и был равен 67,8 кг/га. Наибольшие значения рыбопродуктивности после окончания работ в 2018 г. по выкосу и удалению водных растений, были достигнуты в 2020-2021 гг. до 121,3 и 106 кг/га, соответственно. Однако, уже в 2022 году показатель рыбопродуктивности участков разливов реки Донская Царица вновь снизился до 69,2 кг/га.

Уменьшение показателя рыбопродуктивности в 2022 г. связано с тем, что через два года после проведения выкоса, когда были получены высокие показатели по урожайности молоди, данные участки вновь заросли ВВР, вследствие низкой водности на Донском бассейне и рыбопродуктивность снизилась до первоначальных значений.

Данный факт указывает на необходимость проведения и возобновления мелиорации естественных нерестилищ, которая дает возможность значительно повысить эффективность естественного воспроизводства рыб. Тем не менее, она имеет смысл только в том случае, если мелиоративные работы проводятся систематически, поскольку заиление и зарастание – это мощные природные факторы, борьба с которыми должна вестись постоянно.

С целью восстановления значимости нерестовых участков реки Донская Царица на Верхнем плесе Цимлянского водохранилища для естественного воспроизводства основных промысловых рыб, необходимо проведение выкоса ВВР по руслу реки для обеспечения проточности и прохода производителей к местам нереста и ската молоди. Кроме того, следует очистить от макрофитов участки прибрежных мелководий, являющихся нерестилищами и нагульными местами для молоди рыб.

Список литературы

Обследование нерестилищ Цимлянского водохранилища в пределах Волгоградской области в целях выявления площадей, подлежащих первоочередной мелиорации в сложившейся обстановке прогрессирующей деградации условий естественного воспроизводства наиболее ценных видов рыб цимлянского ихтиокомплекса: отчет о НИР / Волгоградское отделение ГосНИОРХ; рук. Е.М. Архипов. Волгоград, 2003.

Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания на участке естественных нерестилищ Цимлянского водохранилища: Участок естественных нерестилищ Цимлянского водохранилища – устье реки Донская Царица (Калачевский район, Волгоградской области: отчет о НИР / «ВолгоградНИРО»; рук. Е.А. Кожурин. Волгоград 2022.

Оценка современного состояния естественных нерестилищ Цимлянского водохранилища и разработка мероприятий по их мелиорации: отчет о НИР / Волгоградское отделение ГосНИОРХ; рук. Е.М. Архипов. Волгоград, 1996. 147 с.

Результаты мониторинговых исследований солоноватых водоемов Алтайского края (Кулундинской равнины)

Я.С. Пяткова, Т.О. Ронжина, Д.А. Сурков, Г.Д. Толкушкина, В.И. Щербаков

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул
e-mail: ryatkova-iana@ya.ru

Аннотация. В работе представлены результаты гидробиологических исследований на 14 солоноватоводных объектах Алтайского края в 2022 г. Рассматривается современное состояние основных промысловых видов биоресурсов в озерах региона, с учетом экологических особенностей популяций беспозвоночных гидробионтов.

Ключевые слова: солоноватые озера, водные биологические ресурсы, гаммариды, хирономиды, хаобориды, кладоцеры, копеподы.

На равнинной территории Алтайского края, расположенной в юго-восточной части Западной Сибири насчитывается более 5 тыс. озер, с общей площадью акватории 2586 км² (Соловов, 1999). Данная территория характеризуется плоской, слабоизрезанной водотоками поверхностью и засоленностью почв. Климат равнинных районов Алтайского края формируется под воздействием преимущественно антициклонной циркуляции воздуха и характеризуется континентальностью и сухостью (Ресурсы..., 1962).

Основную часть озер составляют мелководные (до 2,5 м) и малые по площади (до 10 км²) бессточные водоемы с пологими берегами и наличием бордюра макрофитов. В основном это солоноватые озера, для которых характерно обитание фаунистических комплексов беспозвоночных, имеющих промысловое значение. Для осуществления промышленного рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов необходима оценка запасов гидробионтов, постоянное изучение их экологических и биологических особенностей.

В связи с этим, целью работы было проведение мониторинговых исследований на солоноватых озерах Алтайского края для количественного и качественного учета водных беспозвоночных (гаммариды, хирономиды, хаобориды (коретра), кладоцеры, копеподы).

Материалом для подготовки работы послужили данные исследований, проведенных в весенний, летний и осенний периоды 2022 г. на 14 солоноватых водоемах Алтайского края. Были отобраны пробы воды на химический состав, фитопланктон, зоопланктон и зообентос. Сбор и обработку проб проводили согласно общепринятым методикам и рекомендациям (Руководство..., 1992).

Исследуемые водоемы по морфометрии котловины и характеру водного питания можно условно разделить на два типа. Первый тип представлен водоемами с плоскими блюдцеобразными округлыми или овальными котловинами, с песчаными грунтами на мелководье в прибрежной зоне. Подпитка озер происходит в основном грунтовыми водами. Второй тип объединяет озера с котловинами неправильной формы, для которых характерна изрезанная береговая линия, местами заболоченная, с выходом на поверхность пресных вод. Подпитка осуществляется подземными и поверхностными стоками (Соловов, 1999).

Вода исследованных водоемов относится к категории солоноватой по классификации Венецианской системы, 1958 (Китаев 2007). По нашим данным, соленость воды колебалась от 17,0 до 30,0 г/л, с тенденцией снижения в летний период (от 1,0 до 10,0 г/л). По исследованиям ряда авторов оптимальные условия для развития и размножения промысловых беспозвоночных создаются в водоемах с минерализацией до 10 г/л (Новоселов, Ключников, 1991; Евстигнеев и др., 1997; Визер и др., 2009; Матафонов, Базова, 2014; Струговщиков, Лабай, 2017). В большинстве исследованных озер вода очень жесткая,

натриевой группы, хлоридно-сульфатная. Активная реакция среды (рН) во всех озерах превышает 8,0, что характеризует их как щелочные.

Численность фитопланктона по озерам изменялась в пределах 0,3–2289,6 млн кл./л, при средней величине $426,5 \pm 149,1$ млн кл./л, биомасса – 0,1–1906,9 г/м³ и $285,4 \pm 108,8$ г/м³, соответственно. По численности, частота доминирования составила у цианобактерий – 68,4%, зеленые водоросли – 15,8, а диатомовые, криптофитовые и динофитовые – по 5,3%. По биомассе лидирующим отделом выступали зеленые водоросли с частотой доминирования 31,6%, далее следовали диатомовые – 26,3, цианобактерии и эвгленовые – по 15,8 и динофитовые – 10,5%. Все обследованные водоемы по биомассе фитопланктона можно определить как высокотрофные (свыше 10,0 г/м³).

Планктонные ракообразные (клароцеры и копеподы) в солоноватых озерах в условиях отсутствия планктофагов и достаточной кормовой базы развиваются массово. В 2022 г. в видовом составе зоопланктона доминировали представители родов *Diaptomus* и *Daphnia*. Пик численности и биомассы приходился на летние месяцы. В большинстве озер численное превосходство принадлежит представителям веслоногих ракообразных, где их удельная численность достигала 45,3–97,9 %, затем следуют ветвистоусые. Средняя биомасса копепод составила 1,95 г/м³, клароцер – 0,867 г/м³. Ресурсные исследования на солоноватых озерах Алтайского края в 2021–2022 г. показали возможность включения в перечень промысловых водоемов, перспективных для добычи планктонных ракообразных, следующих озер: Булатово, Большое Утичье, Малое Горькое, Черняжье, Большие Табуны, Ситниково, Стебеково, Большое Горькое, Коростелевское.

В исследуемых озерах, учитывая отсутствие значимости водоемов для рыбохозяйственного значения, зоопланктон не испытывает прессинга со стороны хищников, поэтому является недоиспользованным и может образовывать достаточно высокую продукцию.

В водной толще озер обитают другие планктонные и бентосные организмы, имеющие промысловое значение: *Gammarus (Revilogammarus) lacustris* G. O. Sars и Caoboridae. В придонных слоях из-за дефицита растворенного в воде кислорода и высокого содержания сероводорода гаммариды отмечались единично, рачки предпочитали прогретые участки и толщу воды.

Средняя биомасса гаммарид варьировала по сезонам года от 6,09 до 14,83 г/м². Среднегодовая биомасса составляла 11,67 г/м², продукция 23,34 г/м² или 0,2 т/га. Средние размерно-весовые характеристики гаммарид в озерах Алтайского края по осенним наблюдениям колебались: по массе от 22,1 до 43,7 мг, по длине от 9,1 до 14,3 мм. Наиболее перспективными для промысла в отношении гаммарид были четыре водных объекта (Булатово, Большое Утичье, Черняжье и Коростелевское) с общей площадью 10,69 км².

Личинки хаборид были отмечены в толще воды трех озер – Булатово, Томское и Большие Табуны. Средняя их биомасса изменялась по сезонам от 0,49 г/м³ (лето) до 2,08 г/м³ (весна). Средний размер личинок хаборид составлял 8,2–12,5 мм, масса 4,4–9,0 мг. Среднегодовая продукция хаборид по озерам Алтайского края в 2022 г., составляла $3,83 \pm 1,15$ г/м³.

Донный биоценоз исследуемых озер беден и сформирован в основном личинками и куколками Chironomidae. Биомасса хирономид в озерах Алтайского края в исследуемый период, колебалась по сезонам от 1,23 (летний период) до 4,67 г/м² (осенний период), в среднем составляла $3,11 \pm 1,01$ г/м². Средний размер хирономид из озер Алтайского края по весенним и осенним наблюдениям изменялся по массе от 11,0 до 33,7 мг, по длине от 9,0 до 20,5 мм. В перечень перспективных для осуществления промышленного рыболовства в отношении хирономид, можно отнести двенадцать озер (Булатово, Большое Утичье, Ситниково, Стебеково, Богатское, Горькое, Большие Табуны, Марковское, Большое Горькое, Малое Горькое, Черняжье, Коростелевское,) общей площадью 34,14 км².

В целом, исследованные озера Алтайского края характеризовались благоприятными параметрами для водных беспозвоночных с коротким жизненным циклом: мелководность (средняя глубина до 2,0 м), соленость воды в пределах от 1,0 до 30,0 г/л, наличие бордюра

макрофитов, отсутствие ихтиофауны. Эти водоемы отличаются высокой продуктивностью как планктонного, так и бентосного сообщества.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО») (регистрационный номер 076-00007-22-00). Пробы фитопланктона обработаны к.б.н. Е.Ю. Митрофановой. Анализ гидрохимических проб проводил испытательный лабораторный центр филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае» (г. Славгород).

Список литературы

Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии / Под ред. Н.М. Коровчинский, А.А. Котов, О.С. Бойкова, Н.Н. Смирнов. Т. 1. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2021. 481 с.

Визер Л.С., Ростовцев А.А., Наумкина Д.И., Поротникова Л.Л. 2009. Особенности развития ценного живого корма гаммаруса в Барабинских озерах Новосибирской области. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. № 3. С. 77–82.

Евстигнеев В.В., Подуровский М.А., Соловов В.П. 1997. Основы сырьевой базы гидробионтов: Учеб.-метод. Пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 109 с.

Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) Подкласс Eurotatoria (Отряды Ploimida, Minimotrochida, Paedotrochida). [Определители по фауне. 104]. Л. 744 с.

Матафонов Д.В., Базова Н.В. 2014. О депрессии численности *Gammarus lacustris* Sars (Crustacea: Amphipoda) в дельте реки Селенги. Известия РАН. Серия Биологическая. №2. С. 176–184.

Новоселов В.А., Ключников И.В. 1991. Перспективы использования сырьевых ресурсов гаммаруса в озерах Алтайского края. Географические проблемы Алтайского края: сборник тезисов. Барнаул, С. 40–43.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод европейской России. 2010. Т. 1. Зоопланктон. Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 495 с.

Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель / Под общ. ред. В. А. Урываева ; Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Гос. ордена Труд. Красного Знамени гидрол. ин-т. Ленинград : Гидрометеиздат, 1958–1962. 6 т.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 319 с.

Соловов В.П. 1999. Водоемы как среда обитания гидробионтов. В: Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 25–57.

Струговщиков А.Д., Лабай В.С. 2017. Биология и продукция бокоплава *Gammarus lacustris* Sars, 1864 (Crustacea, Amphipoda) в малом лесном водотоке южного Сахалина на примере безымянного ручья – притока р. Мицулевка. Ученые записки Сахалинского государственного университета. Вып. XIII/XIV. С. 33–43.

Оценка влияния любительского рыболовства на состояние запасов западнокамчатской чавычи

А.Г. Расходчикова, О.В. Зидунова

Камчатский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: Raskhodchikova@kamniro.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по влиянию любительского рыболовства на чавычу западного побережья Камчатки в 2021-2022 гг. Проведен сравнительный анализ размерных характеристик 2561 экз. рыб. В результате проведенного исследования было установлено, что любительское рыболовство не оказывает существенного отрицательного влияния на формирование запаса западнокамчатской чавычи. В уловах рыбаков-любителей ведущую роль занимают рыбы младших возрастных групп, преимущественно самцы, со сравнительно небольшими размерно-массовыми показателями.
Ключевые слова: чавыча, любительское рыболовство, научный лов, биологические параметры, нерестовый запас, мониторинг, динамика численности, Западная Камчатка, река Большая.

Популярным и широко распространенным видом активного отдыха среди местного населения и гостей Камчатского края является любительское рыболовство. Одним из самых востребованных видов и наиболее желанным трофеем для рыбаков-любителей является чавыча *Oncorhynchus tshawytscha*. Любительский лов чавычи осуществляется преимущественно на Западной Камчатке в бассейне р. Большая (Попова, 2011; Шевляков и др., 2013). По результатам анализа состояния запасов и биологической структуры стад чавычи р. Большая, начиная с 2000 г. был введен ряд ограничительных мер на промышленное и традиционное рыболовство на всем западном побережье Камчатки. Остались разрешенными только выловы научно-контрольный, лицензионный (любительский) и для целей искусственного воспроизводства (с 2010 г. ограничения расширены на все побережье).

При этом, нерешенной до настоящего времени проблемой остаётся недостаточная изученность влияния современного рекреационного рыболовства на состояние запаса этого ресурса. Кроме того, периодически высказываются предложения о возможности возобновления традиционного рыболовства (сетного лова) в отношении чавычи на Западной Камчатке, прежде всего, на р. Большая. В связи с этими, возникла необходимость проведения сравнительного анализа имеющегося биостатистического материала по чавыче р. Большая из уловов сетных орудий лова (научный лов) и пойманной с помощью учебных снастей (любительской лов) и оценить влияние разных видов рыболовства на формирование запаса вида.

Материалом для настоящего исследования послужили: биостатистические данные по производителям чавычи р. Большая (размерно-возрастной и половой состав), собранные сотрудниками «КамчатНИРО» и рыбаками-любителями в 2021 г. и 2022 г.; данные по объемам официального вылова западнокамчатской чавычи в 2013–2022 гг.; оценки численности производителей чавычи на нерестилищах в реперных реках западного побережья Камчатки в 2013–2022 гг.

Любительский лов проводился учебными орудиями лова (спиннинг, нахлыст), а научный — с использованием плавных сетей, с шагом ячеи 90 мм. Общее количество собранного и проанализированного биостатистического материала — 2561 экз., из них рыбаками-любителями собрано — 948 экз.

Биологический анализ производителей чавычи, выловленных в научно-исследовательских целях, выполняли по общепринятой в ихтиологии методике (Правдин, 1966). У производителей чавычи, выловленных при осуществлении любительского рыболовства, измеряли длину тела по Смитту (АС) и определяли половую принадлежность. Сбор регистрирующих структур (чешуи) для определения возраста рыб выполняли по методике Клаттера и Уайтсела (Clutter, Whitesel, 1956). Возраст рыб обозначали по международной системе, принятой для тихоокеанских лососей (Ito, Ishida, 1974).

Согласно фондовым данным «КамчатНИРО» численность нерестового запаса западнокамчатской чавычи в реперных водных объектах в 2013–2022 гг. оценивается в среднем на уровне 9,0–9,5 тыс. экз., из них в бассейне р. Большая — 5,0–5,5 тыс. экз. (около 40%). Хотя уровень современной численности производителей, ежегодно пропускаемых к местам нереста, как в целом на побережье, так и в р. Большая колеблется, в общем, он имеет позитивную динамику (рис. 1а). Отметим, что расчетный оптимальный ориентир пропуска чавычи в реки Западной Камчатки колеблется от 60 до 100 тыс. экз. (Фельдман и др., 2019).

Что касается объемов вылова чавычи на западном побережье Камчатки в 2013–2022 гг., то рыбаками-любителями в среднем вылавливается порядка 25 тонн, из них около 10 тонн (40%) в бассейне р. Большая. Причем в последние два года наблюдается существенное увеличение объёмов вылова, так в 2021 г. в целях любительского рыболовства в бассейне реки добыто 14,1 тонн чавычи, в 2022 г. — 23,6 тонн (рис. 1б).

Для определения количества выловленных рыб необходимо иметь информацию о их массе тела, однако в материалах, предоставленных рыбаками-любителями данные сведения отсутствовали. В связи с этим были использованы зависимости общей массы (М) от длины (АС) тела чавычи, выловленной в целях научно-исследовательских работ в 2021 и 2022 гг., и представленные в виде степенных функций: 2021 г. — $M = 0.018 \times AC^{2.923}$; 2022 г. — $M = 0.012 \times AC^{3.014}$.

Таким образом, количество выловленной чавычи в бассейне р. Большая в 2021 г. составило 3,3 тыс. экз. (расчетная средняя масса — 4,245 кг), в 2022 г. — 6,5 тыс. экз. (расчетная средняя масса — 3,621 кг).

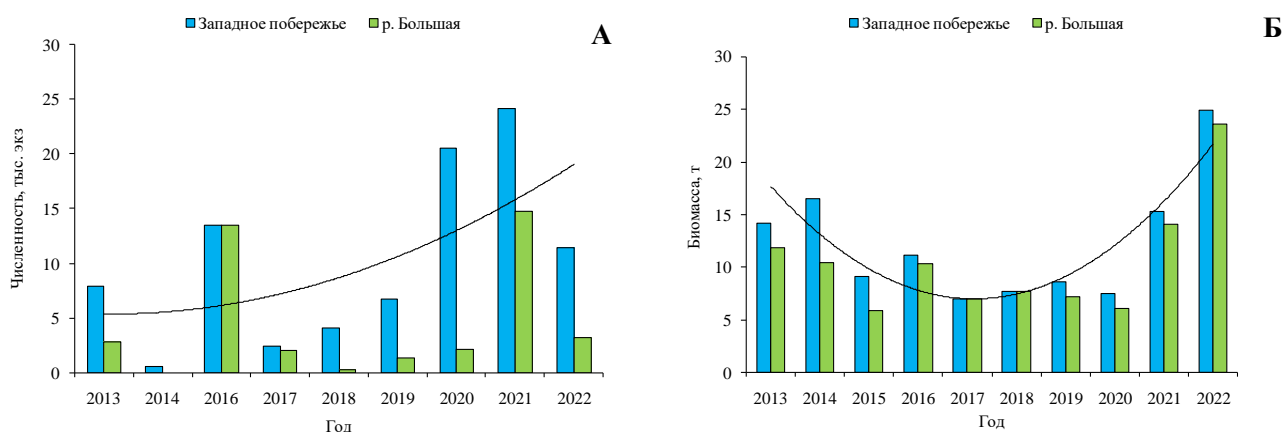


Рисунок 1. Динамика численности нерестового запаса (а) и объемов любительского вылова (б) западнокамчатской чавычи в 2013–2022 гг.

В структуре улов чавычи добытой разными орудиями лова отмечено несколько существенных отличий. Так в уловах рыбаков-любителей доля рыб возрастной группы 1.2 составляет, в среднем за два года (2021 и 2022 г.), 46%, группы 1.3 — 47% и группы 1.4 — 7%. При этом в вылове сетью с шагом ячей 90 мм соотношение возрастных групп выглядит следующим образом: 1.2 — 16%, 1.3 — 71% и 1.4 — 13% (рис. 2а). Таким образом, в сетных уловах, в сравнении с удебными, отмечено значительное преобладание рыб возраста 1.3. и 1.4. Данные возрастные классы чавычи характеризуются, как правило, преобладанием самок. В

связи с этим доля самок в уловах сетями составила практически 50%, при вылове удочками — не более 30%.

Средние показатели длины тела чавычи р. Большая в обоих видах лова, как в 2021 г., так и в 2022 г. достоверно не различаются (рис. 26). Однако средние показатели длины в сетных уловах колеблется от 57 см до 103 см составив в среднем — 82 см, в уловах рыбаков-любителей данный показатель значительно ниже — 62 см (от 26 см до 125 см).

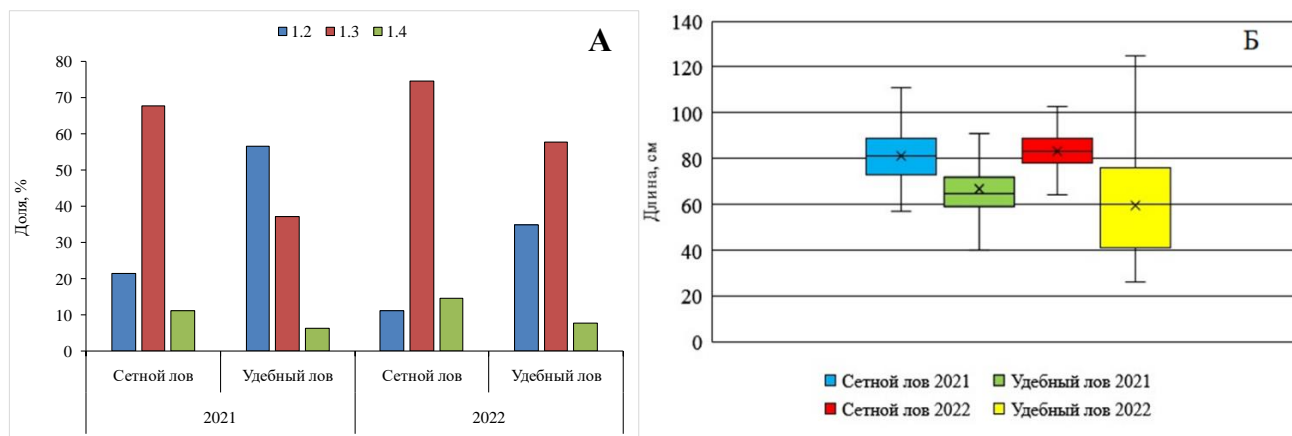


Рисунок 2. Соотношение основных возрастных групп (а) и длины тела (б) чавычи р. Большая, добытой разными орудиями лова в 2021 г. и 2022 г.

Отметим, что сети с шагом ячеи 90 мм являются традиционным орудием лова чавычи, поскольку сети с меньшим шагом ячей характеризуются меньшей уловистостью в отношении данного вида (Зикунова, 2017). Таким образом, при условии возобновления традиционного (или промышленного) рыболовства в водных объектах западного побережья Камчатки, без ограничения по шагу ячеи, значительное негативное воздействие на запас чавычи достаточно очевидно. Изыматься будут рыбы старших возрастных групп (1.3 и 1.4) с высокой долей самок.

Установлено, что любительское рыболовство не оказывает существенного отрицательного влияния на формирование запаса западнокамчатской чавычи. В уловах рыбаков-любителей ведущую роль занимают рыбы младших возрастных групп, преимущественно самцы, со сравнительно небольшими размерно-массовыми показателями.

Список литературы

Зикунова О.В. 2017. Современное состояние и особенности организации промысла чавычи р. Камчатка. Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: мат-лы V науч.-практ. конф. молодых ученых с международным участием под ред. Сытовой М.В., Гордеева И.И., Жуковой К.А. М.: изд-во ВНИРО, 132–137.

Зикунова О.В. 2022. Основные аспекты биологии и принципы рационального использования запасов чавычи Камчатки. Автореф. дис. канд. биол. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 24 с.

Попова Т.А. 2011. Состояние запасов чавыча *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) в р. Большая в современный период. Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: мат-лы II Всерос. науч.-практ. конф. Петропавловск-Камчатский: изд-во КамчатГТУ, 203–207.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с.

Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2019. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек восточной и юго-восточной Камчатки. Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана 52: 50–78.

Шевляков Е.А., Дубынин В.А., Зорбиди Ж.Х. и др. 2013. Современное состояние лососевого комплекса реки Большой (западная Камчатка): воспроизводство, промысел, управление. Изв. ТИНРО: Т. 174, 3–37.

Clutter R.I., Whitesel L.E. 1956. Collection and interpretation of sockeye salmon scales: Intern. Pac. Salmon Fish. Comm.. Bull, 159.

Проблемы рационального использования водных биологических ресурсов в заморных озерах Алтайского края

Г.А. Романенко^{1,2}

¹Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул

²ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае», г. Барнаул

e-mail: ihtilog_alt@vk.com

Аннотация. На основе материалов современных исследований осуществляется анализ проблемы рационального использования водных биологических ресурсов в заморных озерах Алтайского края. Дается характеристика структуры ихтиофауны и промысловых уловов заморных озер региона.

Ключевые слова: Алтайский край, заморные водоемы, промысел, серебряный карась.

Рыбная отрасль – это высокотехнологичное, капиталоемкое, интегрированное производство с большими производственными издержками, ориентированное на обеспечение населения продуктами питания различных ценовых категорий (Макоедов, Кожемяко, 2007).

До начала 90-х гг. XX в. добывающие мощности Советского Союза обеспечивали вылов почти всех гидробионтов в рамках прогноза объемов вылова как на морских акваториях, так и на внутренних пресноводных водоемах. Ввиду этого освоение большинства промысловых прогнозов зависело, прежде всего, от точности оценок запаса и соблюдения допустимой доли изъятия.

С переходом к рыночной экономике масштабы лова определяются не столько состоянием биологических ресурсов и их доступностью, сколько наличием спроса и предложения, ожидаемой прибылью, техническими и финансовыми возможностями добывающих организаций. Однако лов должен базироваться на оценке пригодного для эксплуатации промыслового запаса и той его доли, которая может быть изъята без нарушения воспроизводства рыб и ухудшения экологического состояния водоема.

Это обстоятельство объясняет значительные отличия представляемых прогнозов от фактических данных по уловам и «перекосям» освоения водных биоресурсов. Данная проблема особенно актуальна для рыбохозяйственной отрасли Алтайского края, так как регион никогда не относился к основным рыбопромысловым районам, а у заготовителей не было и нет специализированных мощностей, направленных на добычу отдельного вида водных биоресурсов. Это обстоятельство позволяет быстро переориентировать промысел без существенных капиталовложений, но увеличивает издержки в процессе добычи водных биоресурсов.

Рыбохозяйственный водный фонд Алтайского края располагается в различных ландшафтно-географических зонах – от степной до предгорной, отличается разнообразной типологией и включает в себя: верховья Оби – от слияния Бии и Катунь до зоны выклинивания подпора Новосибирского водохранилища; акватории Новосибирского водохранилища (на территории региона его площадь составляет 16,0 тыс. га) и малых водохранилищ (Гилевское, Правдинское, Бешенцевское, Склюихинское и Большечеремшанское); материковые заморные озера, преимущественно связанные с системами рек Бурла, Кулунда, Барнаулка и Касмала.

Окунево-плотвичные озера представлены системой озер р. Бурла, озерами Мостовое и Чернаково (система р. Кулунда), озером Горькое-Перешеечное (система р. Барнаулка), озерами предгорий Алтая (Кольванское, Белое) и материковыми озерами Бийско-Чумышской возвышенности (Большой Уткуль, Петровское, Красилово). Основные объекты

промысла здесь: плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) и речной окунь *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758.

Все остальные озера по структуре ихтиофауны относятся к карасевым и приурочены к бассейнам рек Кулунда, Барнаулка, Касмала и др.

По состоянию на 31.08.2023 г. уловы рыбы в водных объектах Алтайского края, учтенные официальной статистикой, составили 448,6 т, из них на долю промышленного лова в речной сети приходится 112,6 т, в водохранилищах – 239,4 т, в материковых заморных озерах – 96,6 т (табл.). В целом можно сказать, что на заморных озерах Алтайского края ведут деятельность два крупных рыбозаготовителя, обеспечившие вылов 79,4 т или 82,2 % от общих промысловых уловов в данной категории водоемов. Доля второстепенных рыбозаготовителей ничтожна. Фактический вылов составляет 5,2 % от прогнозируемого вылова на 2023 г.

Таблица. Фактическое освоение и прогноз вылова водных биоресурсов на 2023 г. на заморных озерах Алтайского края

Вид	Фактическое освоение (на 31.08.2023), т	Прогноз вылова на 2023 г., т
серебряный карась <i>C. gibelio</i> (Bloch, 1782)	34,0	521,9
речной окунь <i>P. fluviatilis</i> Linnaeus, 1758.	14,6	493,2
плотва <i>R. rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	25,2	673,6
сазан <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	8,8	35,0
судак <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	11,0	96,6
щука <i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	3,0	55,1
язь <i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	0	1,0
Итого	96,6	1876,4

По сравнению с началом 90-х годов прошлого века уловы в промышленном секторе рыболовства снизились почти в 4 раза. Наиболее интенсивно осваивается крупный и средний частик, являющийся наиболее рентабельным ресурсом, не требующим больших финансовых затрат на вылов и переработку. Мелкий часик, представленный в Алтайском крае в основной массе тугорослым озерным серебряным карасем, для достижения того же уровня дохода на единицу продукта требует больших вложений на этапе переработки и хранения. Это делает его непривлекательным и невостребованным ресурсом, а продукция из него нерентабельной без появления постоянного рынка сбыта.

Недоосвоение промыслом значительных объёмов возможного вылова на Касмалинской, Барнаульской и Кулундинской системах озера Алтайского края, которые ранее обеспечивали более 50-70 % общего вылова рыбы по региону, было вызвано двумя ключевыми факторами: низким уровнем технического обеспечения промысла и отсутствием заинтересованных в глубокой переработке сырья рыбозаготовителей.

Прогнозируемый на данных системах объем вылова остается невостребованным промыслом на протяжении ряда лет. Это, в свою очередь, повлекло за собой полную деградацию ихтиофауны перечисленных озерных систем в сторону карасевой монокультуры, представленной малоценной тугорослой морфой, что делает невозможным добычу без коренной перестройки структуры ихтиофауны водоемов. Последствиями систематического не освоения рекомендованного объема вылова в регионе являются ежегодные заморные явления на озерах.

Список литературы

Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. 2007. Основы рыбохозяйственной политики России. М.: Нац. рыбные ресурсы, 477 с.

Альгинаты из бурых водорослей – природные стабилизаторы пищевых систем, абсорбенты и компоненты медицинских продуктов

А.Н. Рощина, А.В. Подкорытова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: roschina@vniro.ru, podkor@vniro.ru

Аннотация. Представлены данные по химическому и моносахаридному составу сушёной *S. japonica* в слоевищах и шинкованной, а также по физическим свойствам, составу и соотношению уроновых кислот альгинатов. Показана перспективность производства альгинатов из сушёной *S. japonica* как в слоевищах, так и шинкованной и целесообразность использования альгинатов в пищевой, медицинской, фармацевтической и других отраслях.

Ключевые слова: сахарина (ламинария), качество, альгинат натрия, технология, химический состав, моносахаридный состав, уроновые кислоты.

Альгинаты – это линейные гетерополисахариды, молекулы которых построены из остатков β -D-маннуриновой и α -L-гулуриновой кислот. Соотношение между мономерами меняется в широких пределах в зависимости от источника получения альгината. (Подкорытова, 2005; Штильман и др., 2015; Prajakta Zirmire et al., 2023). Единственным промышленным источником альгиновой кислоты и её производных – альгинатов являются бурые водоросли. Повышенный интерес к альгинатам объясняется наличием у них широкого спектра химических свойств, низкой токсичностью для организма и возможностью получения на их основе продуктов лечебно-профилактического назначения. Альгинаты (E400-405) не имеют питательной ценности, а их значение для пищевой промышленности определяется гидрофильно-коллоидными свойствами, что позволяет применять их в качестве загустителей, эмульгаторов и стабилизаторов для улучшения структуры пищевых систем. Альгинаты, обладают физиологической активностью и выполняют разнообразные функции в организме человека, так как это абсорбенты, а растворимые в воде альгинаты обладают антацидным, обволакивающим, обезболивающим, противомикробным действиями и в связи с этим используются при составлении рецептур медицинских продуктов (Seaweed Resources..., 1998; Подкорытова и др., 2023). Вопросы, связанные с первичной обработкой и консервированием водорослевого сырья с целью сохранения всех биоконпонентов для получения пищевой продукции, в том числе лечебно-профилактической, а также высокоэффективных гидроколлоидов являются актуальными и в настоящее время.

При выполнении экспериментальных работ в качестве альгинатсодержащего сырья использовали сушёную *S. japonica* (слоевища и шинкованная), а также образцы альгинатов натрия, полученные из них. Сушку слоевищ *S. japonica* проводили с применением газовых воздухонагревателей в течение 8-10 ч при температуре 30-60°C. Шинкованную на кусочки размером 0,5x7,0 см сушили инфракрасным излучением на установке «Ураган» при температуре 40-60°C в течение 1,5-2,0 ч в цеху береговой переработки РПП «БИНОМ», г. Анива, о. Сахалин. Альгинаты натрия получали в лаборатории ЦИ ФГБНУ «ВНИРО» по усовершенствованной технологии, включающей следующие основные операции: восстановление сушёных водорослей в воде, измельчение, деминерализацию, промывку водой, экстракцию альгината, очистку альгинатных экстрактов, осаждение геля альгиновой кислоты, получение пасты альгината натрия, обезвоживание спиртом, лиофилизацию, досушивание, измельчение (Подкорытова и др., 2021). Результаты исследований по безопасности сушёной *S. japonica* (слоевища и шинкованная) и органолептическим показателям (внешний вид, запах, консистенция) показали их соответствие требованиям ТУ и ТР 040, предъявляемым к сушёным водорослям.

Результаты исследований моносахаридного состава сахарины показали присутствие в её биомассе фукозы, ксилозы, глюкозы и галактозы. Исследования были проведены в ИОХ РАН им. Зелинского методом ГЖХ после полного кислотного гидролиза на хроматографе Hewlett-Packard 5890А (Усов и др., 2001). Данные по содержанию фукозы, умноженные на 2, дают содержание фукоидана в продукте (табл. 1).

Таблица 1. Моносахаридный состав сушёной биомассы *S. japonica*

Образец	Содержание, % от навески				
	Фукоза/ Фукоидан	Ксилоза	Маннит	Глюкоза	Галактоза
<i>S. japonica</i>	0,84/1,68	0,57	7,32	0,45	0,58

Данные химического состава сушёных *S. japonica* представлены на рисунке 1, которые определяли с применением стандартных и современных инструментальных методов по ГОСТ 33331, ГОСТ 26185, ГОСТ 31413 и МУК (Подкорытова, Кадникова, 2009).

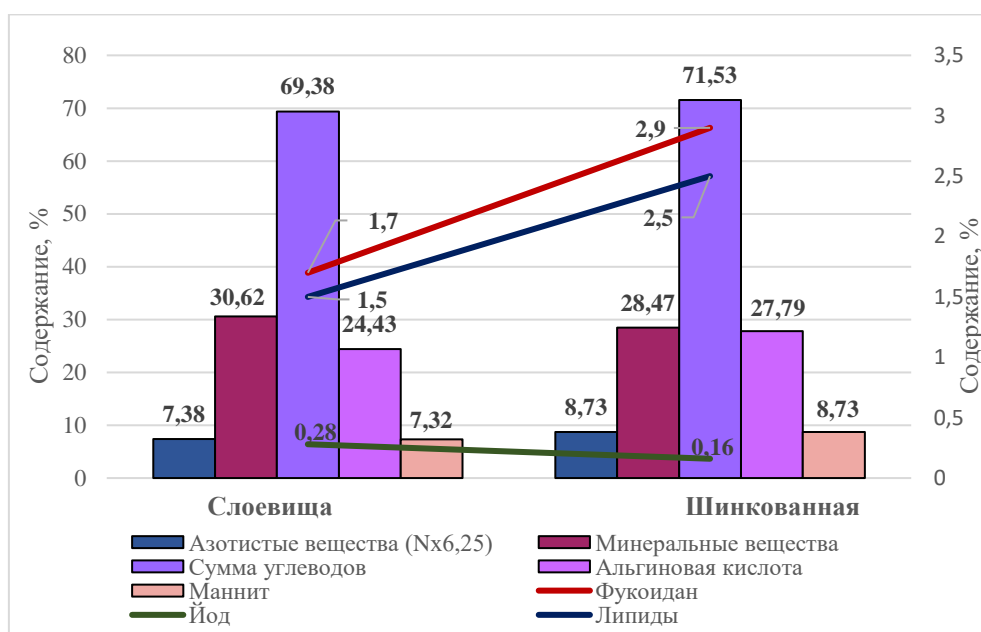


Рисунок 1. Химический состав сушёной *S. japonica*

Из данных видно, что *S. japonica* содержит комплекс БАВ, в том числе альгиновую кислоту, фукоидан, ламинаран, маннит, белки, липиды, минеральные вещества, йод в виде минеральных и органических веществ. Сушёные водоросли рационально использовать для производства гидроколлоидов (Подкорытова и др., 2020). В связи с тем, что альгинаты – это наиболее ценные компоненты бурых водорослей, основной задачей данного исследования было выделить и изучить их свойства. Технологический выход альгината натрия составил 20-34%. Альгинаты исследовали на их качественные показатели по ГОСТ 31413, ГОСТ 33331, ГОСТ 26185, МУК (Подкорытова, Кадникова, 2009). Вязкость и молекулярную массу 0,2 %-ных водных растворов альгината натрия измеряли на вискозиметре ВПЖ-1. Содержание урановых кислот в альгинатах определяли в ИОХ РАН им. Зелинского спектрофотометрическим методом на спектрофотометре Ultrospec 4050 (Усов и др., 2001). Экспериментальные альгинаты натрия – это однородные аморфные сыпучие, тонкоизмельченные, порошки, без запаха, белого цвета, растворяются в воде с образованием вязких растворов. Данные химического состава показали, что в альгинатах содержится воды 12%, золы 23%, основного вещества альгиновой кислоты 73-78% (табл. 2).

Таблица 2. Физико-химическая характеристика альгинатов натрия

Показатель, единицы измерения	Альгинаты из сушёной <i>S. japonica</i>		Альгинат E401
	слоевница	цинкованная	
Воды, %	12,40±2,5	12,84±2,3	14,74±0,25
Зола, % сух. в-ва	23,53±1,4	22,38±2,6	22,52±2,4
Массовая доля альгиновой кислоты, %	73,47±1,3	77,62±2,5	77,48±2,3
pH 0,2% водного раствора	6,29±0,2	6,07±0,2	6,97±0,1
Прозрачность, % светопропускания	96,3±0,1	98,0±0,1	98,7±0,1
Вязкость, сП	5,07±2,2	6,11±1,8	15,37±2,4
Молекулярная масса, тыс. ед.	173±32	125±18	331±21
Соотношение (M/G)	1,76	1,40	не опр.
Содержание	D-маннуроновой (M)	63,8	52,2
	L-гулууроновой (G)	36,2	41,8

Известно, что из сушёной *S. japonica* можно получать разнообразную пищевую продукцию. Кроме того, очень перспективное направление – это использование сушёной сахарины и отходов от её разделки при производстве альгинатов, применяемых в пищевой, медицинской, фармацевтической и других отраслях. Разработан проект технической документации ТУ 10.89.19-165-004772124-2023 и ТИ к ним на производство альгината натрия из ламинариевых водорослей.

Список литературы

- Подкорытова А.В. 2005. Морские водоросли – макрופиты и травы//М.: ВНИРО. — 175 с.
- Подкорытова А.В., Кадникова И.А. 2009. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов / Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки. Вып. 3. – М.: ВНИРО. - 108 с.
- Подкорытова А.В. 2020. Бурые водоросли порядков Laminariales и Fucales Сахалино-Курильского региона: запасы, добыча, использование / А.В. Подкорытова, А.Н. Рощина, Н.В. Евсеева [и др.] // Труды ВНИРО. – Т. 181. – С. 235-256. – DOI 10.36038/2307-3497-2020-181-235-256.
- Подкорытова А.В. 2021. Комплексная технология получения альгината натрия, фукоидансодержащих концентратов и пищевых продуктов из *Saccharina japonica* / А.В. Подкорытова, А.Н. Рощина, Л.Х. Котельникова // Сборник тезисов докладов участников пула научно-практических конференций. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГТМУ», – С. 229-233.
- Подкорытова А.В., Рощина А.Н. 2021. Морские бурые водоросли - перспективный источник БАВ для медицинского, фармацевтического и пищевого применения // Труды ВНИРО.– Т. 186. – С. 156-172. – DOI 10.36038/2307-3497-2021-4-156-172.
- Подкорытова А.В. 2023. *Saccharina japonica* - её технокимическая характеристика для применения в технологии пищевых и лечебно-профилактических продуктов / А.В. Подкорытова, А.Н. Рощина, Л.Х. Котельникова, Т.В. Родина // Рыбное хозяйство. – № 2. – С. 109-115. – DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-109-115.
- Усов А.И., Смирнова Г.П., Клочкова Н.Г. 2001. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки // Биоорганическая химия. - Т. 27. – № 6. – С. 444 – 448.
- Штильман М.И., Подкорытова А.В., Немцев С.В. и др. 2015. Технология биополимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения//Учебник для высшей школы. М.: изд-во БИНОМ Лаборатория знаний. – 328 с.
- Seaweed Resources of The World. 1998. Edit. Alan T. Critchly and Masao Ohno. - Kanagawa International Fisheries Centre. - Jap. Int. Coop. Agency. – 431 p.
- Prajakta Zirmire, Gaurav Bhalekar, Dr. M T Deshmukh. 2023. Alginates: Properties, Alginates Based New Materials use in Biopharmaceutical Applications and Future Prospectives //International Journal of Research Publication and Reviews, Vol 4, no 7, pp 2504-2510.

Актуализация терминов в области консервов и пресервов из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей

Е.А. Саввина, М.М. Дяченко, Е.Ю. Поротикова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: savvina-lena@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль стандартизации терминологии в достижении высокого уровня качества и конкурентоспособности консервов и пресервов из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей, и, как следствие, актуальность разработки проекта государственного стандарта на термины и определения. В данной работе обоснована необходимость актуализации ГОСТ 30054-2003 «Консервы, пресервы из рыбы и морепродуктов. Термины и определения» в соответствии с требованиями технических регламентов Таможенного союза и других действующих нормативно-правовых актов.

Ключевые слова: стандартизация, терминология, стандартизация терминологии, пищевая рыбная продукция, консервы, пресервы, термины и определения.

Основополагающим фактором в достижении высокого уровня качества и конкурентоспособности пищевой рыбной продукции является система технических регламентов и стандартов, при условии однозначности терминологических понятий о продукции, услугах, работах и процессах.

В соответствии с пунктом 6 статьи 2 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» одним из объектов стандартизации является терминология.

Согласно Рекомендациям по межгосударственной стандартизации от 21.04.1998 г. № 19-96 основными задачами стандартизации научно-технической терминологии являются:

- терминологическое обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, поставщиками и заказчиками, потребителями продукции, другими субъектами научно-технической и хозяйственной деятельности, применяющими межгосударственные (региональные) и национальные стандарты;
- терминологическое обеспечение методов и средств стандартизации, содействующих обеспечению качества взаимопоставляемой продукции;
- фиксация в стандартах на термины и определения современного уровня научного знания и технического развития;
- гармонизация научно-технической терминологии, применяемой на межгосударственном, национальном и международном уровнях;
- обеспечение взаимосвязанного и согласованного развития лексических средств, используемых в информационных системах;
- выявление и устранение недостатков терминологий, используемых в документации.

Одним из главных направлений работы в области стандартизации научно-технической терминологии является научно-методическое руководство, контроль и координация работ по созданию проектов государственных стандартов на термины и определения, проведение их государственной экспертизы.

Изначально основные термины и определения рыбопромышленной отрасли содержались в двух стандартах, разработанных в 2001-2003 годах крупнейшими научно-исследовательскими институтами отрасли: Всероссийским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП «ВНИРО») и Государственным ордена "Знак Почета" научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом по развитию и эксплуатации флота" (Гипрорыбфлот).

Национальный стандарт ГОСТ Р 50380-2005 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Термины и определения» устанавливал основные термины и определения понятий в области рыбной продукции (кроме консервов и пресервов). В 2021-2022 годах на основе национального стандарта ГОСТ Р 50380-2005 с использованием современной нормативной базы отрасли был разработан новый межгосударственный стандарт ГОСТ 34884-2022 «Рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли и продукция из них. Термины и определения», включающий в себя 157 базовых терминов, необходимых в целях соблюдения требований ТР 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Термины, установленные стандартом, рекомендуются для использования во всех видах документации на производство продукции из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей (кроме консервов и пресервов). ГОСТ 34884-2022 вступил в силу 1 августа 2023 года.

ГОСТ 30054-2003 «Консервы, пресервы из рыбы и морепродуктов. Термины и определения» имеет статус межгосударственного и устанавливает термины и определения, относящиеся к консервам и пресервам из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей (далее - консервы и пресервы). Термины на консервы и пресервы были выделены в отдельный стандарт в связи с их особым местом среди большого ассортимента рыбной продукции, а также спецификой технологии их производства. Действующий в настоящее время ГОСТ 30054-2003 разработан более 20 лет назад и не в полной мере соответствует требованиям вступивших в действие Технических регламентов Евразийского экономического союза: ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» и других.

Целесообразность разработки межгосударственного стандарта обусловлена необходимостью актуализации терминологии на консервы и пресервы, приведения ее в соответствие с требованиями действующего технического и санитарного законодательства; необходимостью совершенствования нормативно-методической базы отрасли, пополнения доказательной базы для соблюдения обязательных требований технических регламентов Евразийского экономического союза, в том числе ТР ЕАЭС 040/2016 в части безопасности рыбной продукции, правил ее идентификации и не введения потребителей в заблуждение (правильной и достоверной маркировки).

Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» определил новые понятия для установленных терминов, касающиеся консервов и пресервов, и необходимых при идентификации данного вида продукции (Раздел II «Основные понятия»). К ним относятся: «рыбные консервы», «натуральные рыбные консервы», «натуральные рыбные консервы с добавлением масла», «пастеризация», «полуконсервы рыбные», «пресервы», «стерилизация консервов» и другие.

В приложении 1 ТР ЕАЭС 040/2016 содержатся микробиологические показатели безопасности для консервированной рыбной продукции, в том числе предназначенной для детского питания, а также для пастеризованной консервированной пищевой рыбной продукции. Приложение 3 Технического регламента устанавливает паразитологические показатели безопасности консервов и пресервов. Особое внимание в Техническом регламенте уделено пищевой продукции, предназначенной для питания детей: введены термины «пищевая продукция прикорма на рыбной основе», «пищевая продукция прикорма на растительно-рыбной основе», «пищевая продукция прикорма на рыбо-растительной основе», а в приложении 5 установлены пищевая ценность и показатели безопасности консервов для детского питания.

Требования к процессу производства рыбных консервов описаны в разделе VI ТР ЕАЭС 040/2016 и затрагивают вопросы необходимого оборудования на судах, производящих консервы, режимов тепловой обработки и выдержки консервов, требований к производству консервированной рыбной продукции для детей и прочие.

В связи этим актуализация ГОСТ 30054-2003 «Консервы, пресервы из рыбы и морепродуктов. Термины и определения» в соответствии с современной нормативно-правовой базой в этой области является перспективной и своевременной.

На данный момент проект находится на стадии разработки в МТК/ТК300 «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка», функционирующего на базе ФГБНУ «ВНИРО». Введение в действие обновленного межгосударственного стандарта ГОСТ 30054- «Консервы и пресервы из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и водорослей. Термины и определения» будет способствовать гармонизации научно-технической терминологии в данной области на межгосударственном уровне.

Список литературы

ГОСТ 30054-2003 «Консервы, пресервы из рыбы и морепродуктов. Термины и определения». – М: Стандартинформ, 2009. – 11 с.

ГОСТ 34884-2022 «Рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли и продукция из них. Термины и определения». – М: Стандартинформ, 2022. – 24 с.

ГОСТ Р 50380-2005 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Термины и определения». – М: Стандартинформ, 2018. – 11 с.

Дяченко М.М., Харенко Е.Н., Беломытцева Е.С., Поротикова Е.Ю. 2023. Стандартизация терминов и определений в рыбной отрасли. Новый межгосударственный стандарт. Стандарты и качество № 8 (1034): 40-43. DOI: 10.35400/0038-9692-2023-8-180-23 – оформить по ГОСТ или требованиям конференции

Рекомендации по межгосударственной стандартизации от 21.04.1998 № 19-96, утвержденные постановлением Госстандарта России от 21.04.1998 № 35. [Электронный ресурс]. – <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293848/4293848849.pdf>

ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции», принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. № 162. [Электронный ресурс]. – <https://docs.cntd.ru/document/420394425>

Федеральный закон от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – <https://docs.cntd.ru/document/420284277>

Новые данные об условиях воспроизводства, вертикальном распределении икры минтая в глубоководном каньоне Авачинского залива

Д.Я. Саушкина, А.И. Варкентин, О.Б. Тепнин

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: melnik.d.y@kamniro.ru

Аннотация. По результатам гидрологических и ихтиопланктонных исследований, выполненных в одни и те же сроки (5 апреля), но в разные по теплосодержанию годы — 2014 г. (преимущественно «холодный») и 2017 г. (преимущественно «теплый»), установлено, что в «Северном» глубоководном каньоне Авачинского залива гидрологические условия, сроки и горизонты нереста, вертикальное распределение икры минтая не постоянны в межгодовом аспекте; различается также и продолжительность эмбрионального развития.

Ключевые слова: минтай, икра, каньон, вертикальное распределение, температура воды, сроки нереста, продолжительность эмбриогенеза.

Одной из относительно крупных популяций минтая *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814 в пределах ареала вида является восточнокамчатская. Она распространена от Кроноцкого залива — на севере, до океанских вод о. Харимкотан — на юге. Центром ее воспроизводства являются воды юго-восточного побережья Камчатки и Авачинский залив (Золотов, Антонов, 1986; Антонов, 1991). В заливе минтай нерестится, в основном, в вершинах глубоководных каньонов в горизонтах 400–500 м (Буслов, Тепнин, 2002; Буслов и др., 2004). Эпицентр воспроизводства расположен в, так называемом, «Северном» каньоне (Ильин, Сергеева, 2014; Варкентин, Саушкина, 2022; Ильин, Саушкина, 2022). Нерест здесь начинается в марте с пиком в первой половине апреля (Буслов, Тепнин, 2002). Год от года сроки массового икрометания практически не меняются, что обусловлено постоянством термических условий в горизонтах основного икрометания.

Однако по данным А.И. Варкентина и Д.Я. Саушкиной (2022), горизонты основного икрометания минтая в «Северном» каньоне изменяются в межгодовом аспекте. Новые обобщения результатов прошлых лет позволяют дополнить существующие представления об особенностях вертикального распределения икры минтая в указанном каньоне.

Для исследования использовали результаты послойных обловов ихтиопланктона, выполненные на НИС МРТК «Инженер Мартынов» в реперной точке, расположенной в вершине «Северного» каньона в координатах 52°54'7 с. ш., 159°01'0 в. д., над глубиной 550 м в одни и те же сроки — 5 апреля, но в разные по теплосодержанию годы — 2014 г. (преимущественно «холодный») и 2017 г. (преимущественно «теплый»). Ихтиопланктонной сетью ИКС-80 поочередно облавливали слои воды: 0–25, 25–50, 50–100, 100–200, 200–300, 300–400, 400–550 м. Исследования сопровождались измерением температуры, солёности воды, растворенного кислорода посредством гидрологического зонда ASTD-102 RINKO-Profilier (JFE Advantech Co., Ltd., Япония). Ихтиопланктон фиксировали в 4%-ном растворе формальдегида. В лаборатории «КамчатНИРО» определяли видовой состав, количество икринок и личинок минтая, соотношение стадий развития эмбрионов по 4-бальной шкале Т.С. Расса (1933), адаптированной для минтая Н.Н. Горбуновой (1951). Продолжительность эмбриогенеза определяли по формуле А.В. Буслова и Н.П. Сергеевой (2009): $T = 32,245e^{(-0,1682t)}$, где T — продолжительность эмбрионального развития, сут.; t — температура воды, °С. Соотношение продолжительности стадий развития икринок в течение эмбриогенеза принимали равным: стадия дробления (I) — 17%, стадия зародышевой полоски (II) — 26%, стадия неоформившегося эмбриона (III) — 39%, стадия оформившегося эмбриона (IV) — 18% (Буслов, Сергеева, 2009).

В результате проведенных исследований установлено, что в 2014 г. основное количество икры минтая на I стадии развития было учтено в слое воды 400–550 м (60,5%), а в 2017 г. — 300–400 м (92,0%) (рис. 1). Таким образом, новые данные подтверждают сделанный ранее А.И. Варкентином и Д.Я. Саушкиной (2022) вывод, что в «Северном» каньоне икра может выметываться и в более высоких горизонтах, чем считалось ранее (Буслов, Тепнин, 2002). Кроме того, горизонты икрометания не постоянны из года в год, причиной чего могут быть различия в вертикальной динамике вод. Из представленных на рисунке 2 профилей хорошо видно, что в период выполнения наблюдений в 2014 г. мощность холодного подповерхностного слоя была максимальной, при этом температура в нем отличалась от наблюдений 2017 г. более чем на 1 °С, что говорит о разных условиях предшествующего осенне-зимнего сезона. Слой скачка параметров в 2014 г. начинался на уровне 350 м, а в 2017 г. — 300 м, т.е. в последнем случае отмечался подъем вод теплого промежуточного слоя (ТПС). Вывод об аномальном подъеме ТПС в 2017 г. подтверждает и очень низкое содержание кислорода на глубинах более 300 м, что отличает эти воды от расположенных выше слоев.

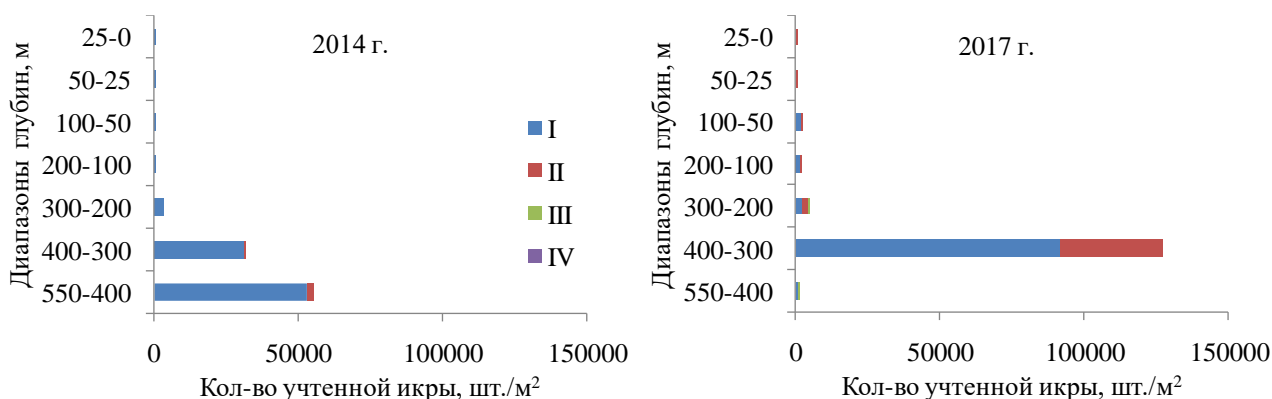


Рисунок 1. Вертикальное распределение икры минтая в «Северном» каньоне Авачинского залива 5 апреля 2014 и 2017 гг.

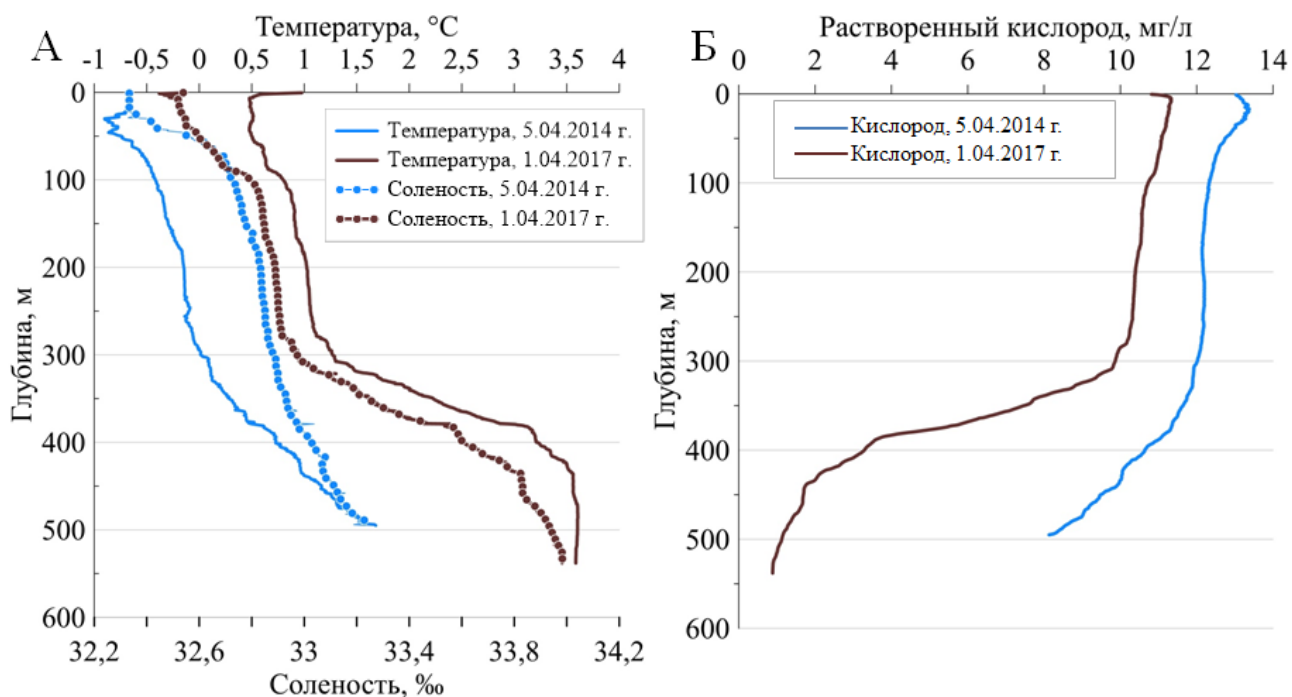


Рисунок 2. Вертикальные профили температуры и солености (А), а также растворенного в воде кислорода (Б) в «реперной» точке над «Северным» каньоном Авачинского залива

В рассмотренные годы основные скопления икры минтая II и III стадиях развития были обнаружены в тех же горизонтах, что и икра на ранней стадии (см. рис. 1), что согласуется с полученным ранее данными (Варкентин, Саушкина, 2022).

Известно, что в «теплые» годы массовое икрометание минтая, как правило, протекает в более ранние сроки, чем в «холодные» (Варкентин и др., 2001). По нашим данным, в 2017 г. к началу апреля интенсивность нереста этого вида была выше, чем в 2014 г. На это, в частности, указывает существенно большее количество учтенной икры в первом случае, чем во втором (см. рис. 1). Кроме того, в 2017 г. в уловах было значительно больше икры на II стадии развития, чем в 2014 г. (27,3 и 3,1%, соответственно), единично отмечена икра на III стадии (0,3%).

В 2014 г. средневзвешенная к общему количеству икры минтая температура воды была равна 0,81 °С, а в 2017 г. — 2,18 °С (табл.).

От температуры напрямую зависит продолжительность эмбриогенеза. В 2014 г. она составила порядка 28 сут., а в 2017 г. — 22 сут. Различия в продолжительности развития эмбрионов могут сказываться на их выживаемости по годам, и, как следствие, урожайности поколений. По информации О.И. Ильина и Н.П. Сергеевой (2014), в «Северном» каньоне коэффициент убыли икры на I стадии может изменяться в очень широких пределах (от 0,146 до 0,364 1/сут.). Выяснение конкретных механизмов, влияющих на причины значительной изменчивости смертности икры минтая в каньонах Авачинского залива, требует проведения специальных исследований.

Таблица. Средневзвешенная к количеству икры по стандартным горизонтам температура воды, продолжительность эмбрионального развития икры минтая в «Северном» каньоне по годам

Годы	Средневзвешенная температура, °С	Общая продолжительность эмбрионального развития, сут.	Продолжительность развития икры по стадиям развития, сут.			
			I	II	III	IV
2014	0,81	28,1	4,8	7,3	11,0	5,1
2017	2,18	22,4	3,8	5,8	8,7	4,0

Исследование в части анализа данных частично выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-17-00174 (<https://rscf.ru/project/23-17-00174/>).

Список литературы

- Антонов Н.П. 1991. Биология и динамика численности восточнокамчатского минтая: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО. 23 с.
- Буслов А.В., Сергеева Н.П. 2009. Некоторые результаты эксперимента по инкубированию икры восточнокамчатского минтая (*Theragra chalcogramma*). Известия ТИНРО. Т. 156. С. 82–94.
- Буслов А.В., Тепнин О.Б. 2002. Условия нереста и эмбриогенеза минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) в глубоководных каньонах тихоокеанского побережья Камчатки. Вопросы ихтиологии. Т. 42, № 5. С. 617–625.
- Буслов А.В., Тепнин О.Б., Дубинина А.Ю. 2004. Особенности экологии нереста и эмбриогенеза восточнокамчатского минтая. Известия ТИНРО. Т. 138. С. 282–298.
- Варкентин А.И., Буслов А.В., Тепнин О.Б. 2001. Некоторые особенности нереста и распределения икры минтая в водах Западной Камчатки. Известия ТИНРО. Т. 128–1. С. 177–187.
- Варкентин А.И., Саушкина Д.Я. 2022. О некоторых вопросах воспроизводства минтая в тихоокеанских водах, прилегающих к Камчатке и северным Курильским островам в 2013–2022 гг. Труды ВНИРО. Т. 189. С. 105–119.
- Горбунова Н.Н. 1951. Икра минтая и её развитие. Известия ТИНРО. Т. 34. С. 89–97.
- Золотов О.Г., Антонов Н.П. 1986. О популяционной структуре восточнокамчатского минтая. Тресковые дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 43–50.

Ильин О.И., Саушкина Д.Я. 2022. К оценке продукции икры минтая (*Gadus chalcogrammus*) в каньонах Авачинского залива. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. № 64. С. 80–84.

Ильин О.И., Сергеева Н.П. 2014. Оценка убыли и продукции икры минтая (*Theragra chalcogramma*) в каньонах Авачинского залива. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. № 34. С. 81–86.

Расс Т.С. 1933. Инструкция по сбору и технике количественной обработки икры и мальков морских рыб. М: Изд-во ГОИН. 24 с.

Размерно-весовая характеристика возвратных гибридов калуги и стерляди

В.А. Свидерский

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
"Дальрыбвтуз", г. Владивосток
e-mail: victor.sviderskiy@mail.ru

Аннотация. Проанализированы размерно-весовые показатели и коэффициент упитанности по Фультону у возвратных гибридов калуги и стерляди. Выявлен характер темпов набора массы у каждого из исследуемых объектов. Наиболее перспективным с точки зрения получения мясной товарной продукции является Кх(КхСт).

Ключевые слова: калуга, стерлядь, возвратный гибрид, масса, длина, коэффициент упитанности, Лучегорск.

Введение. Повышение темпов роста выращивания осетровых рыб в условиях аквакультуры для обеспечения населения товарной продукцией состоит из следующих компонентов: современные методы и технологии выращивания такие как индустриальное рыбоводство на теплых сбросных водах и установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), качественные корма и выведенные с помощью селекции высокопродуктивные породы.

В практике рыбоводства широко известны промышленные гибриды бестера (белуга на стерлядь) и его гибриды «на себя» - бэкросы: Аксайский (стерлядь х бестер) и Внировский (белуга х бестер). В Приморском крае на основе калуги и стерляди был получен «дальневосточный» аналог бестера – кастер, особи которого оказались фертильны, дав возможность работать с выведением возвратных гибридов и исследованием их характеристик.

Цель работы — рассмотреть динамику массы, размера и коэффициента упитанности особей возвратных гибридов калуги и стерляди.

Материал и методы. Данные собраны на научно-исследовательской рыбоводной станции (НИРС) ФГБНУ «ТИНРО» в п. Лучегорск (Приморский край). Во время ежегодных осенних бонитировок рыб индивидуально взвешивали, измеряли и определяли коэффициент упитанности по Фультону, используя для расчётов длину АС (Правдин, 1966). Для анализа размерно-весовых характеристик использовались возвратные гибриды: (КхСт)хК, (КхСт)хСт, (СтхК)хК (генерации 2015 года); (СтхК)хСт – генерации 2014 г.; Кх(КхСт) – генерации 2013 г., возрастом от 0+ до 9+ по 30 – 50 экз. каждого гибрида всех возрастных групп. Описательная статистика исследуемых параметров производилась по книге Ивантера и Коросова (Ивантер, Коросов, 2011). Статистическая обработка и построение графиков выполнялись в приложении MS Excel.

Результаты. Масса тела рыб является одним из важнейших показателей для сравнения роста гибридов и выбора наиболее перспективных форм для использования в рыбоводных хозяйствах. Средняя масса всех возвратных гибридов изменялась от 0,11 (0+) до 12,14 кг (9+) (табл.). Начиная с возраста двухлеток (1+) наиболее эффективно набирали массу особи Кх(КхСт), и в возрасте 3+ в среднем весили 4,16 кг среди исследуемых объектов. К пятилетнему возрасту во время отбора рыб на ремонтно-маточное стадо, все возвратные гибриды генерации 2015 года имели примерную массу в сравнении с Кх(КхСт).

Таблица. Размерно-весовые показатели возвратных гибридов и их статистические данные.

Гибридная форма	Признаки	Возраст									
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
(КхСт)хК, 2015 г.	Масса, кг	$\frac{0,11 \pm 0,002}{0,047-0,273}$	$\frac{0,96 \pm 0,01}{0,55-1,4}$	$\frac{2,28 \pm 0,03}{0,7-3,75}$	$\frac{3,4 \pm 0,05}{1,4-6,35}$	$\frac{6,6 \pm 0,05}{3,45-11,15}$	$\frac{7,7 \pm 0,06}{3,9-11,2}$	$\frac{9,5 \pm 0,06}{4,4-16,35}$	$\frac{12,0 \pm 0,08}{8,0-19,45}$		
	АС, см	$\frac{26,2 \pm 0,1}{19,1-35,6}$	$\frac{50,0 \pm 0,2}{39,1-60,6}$	$\frac{68,8 \pm 0,3}{49,2-81,7}$	$\frac{78,9 \pm 0,3}{57,2-95,0}$	$\frac{97,6 \pm 0,3}{77,4-112,5}$	$\frac{103,5 \pm 0,3}{83,6-115,7}$	$\frac{110,2 \pm 0,2}{86,3-128,4}$	$\frac{118,2 \pm 0,3}{101,4-135,5}$		
	Коэф. уп.	$\frac{0,59 \pm 0,002}{0,45-0,75}$	$\frac{0,75 \pm 0,004}{0,63-1,19}$	$\frac{0,67 \pm 0,002}{0,58-0,77}$	$\frac{0,7 \pm 0,002}{0,53-0,76}$	$\frac{0,7 \pm 0,003}{0,61-0,92}$	$\frac{0,7 \pm 0,002}{0,58-0,88}$	$\frac{0,7 \pm 0,002}{0,49-0,92}$	$\frac{0,7 \pm 0,003}{0,59-1,01}$		
(КхСт)хСт, 2015 г.	Масса, кг	$\frac{0,15 \pm 0,003}{0,03-0,384}$	$\frac{0,99 \pm 0,01}{0,35-2,05}$	$\frac{2,2 \pm 0,03}{0,5-4,4}$	$\frac{3,4 \pm 0,06}{1,0-7,65}$	$\frac{7,2 \pm 0,06}{3,3-10,8}$	$\frac{7,7 \pm 0,07}{4,55-12,2}$	$\frac{8,8 \pm 0,05}{3,15-14,45}$	$\frac{9,8 \pm 0,1}{0,96-14,85}$		
	АС, см	$\frac{28,2 \pm 0,2}{18,7-38,4}$	$\frac{48,8 \pm 0,2}{37,9-62,3}$	$\frac{65,7 \pm 0,3}{40,4-84,5}$	$\frac{76,3 \pm 0,4}{54,4-100,2}$	$\frac{100,5 \pm 0,3}{79,2-116,9}$	$\frac{102,1 \pm 0,3}{87,2-116,8}$	$\frac{106,3 \pm 0,2}{75,2-122,1}$	$\frac{113,6 \pm 0,2}{95,7-127,8}$		
	Коэф. уп.	$\frac{0,6 \pm 0,003}{0,31-0,77}$	$\frac{0,84 \pm 0,008}{0,6-1,75}$	$\frac{0,73 \pm 0,003}{0,56-0,95}$	$\frac{0,7 \pm 0,003}{0,55-0,96}$	$\frac{0,7 \pm 0,002}{0,59-0,8}$	$\frac{0,7 \pm 0,002}{0,61-0,85}$	$\frac{0,7 \pm 0,002}{0,56-0,92}$	$\frac{0,7 \pm 0,006}{0,06-0,91}$		
(СтхК)хК, 2015 г.	Масса, кг	$\frac{0,12 \pm 0,002}{0,05-0,297}$	$\frac{0,79 \pm 0,01}{0,35-1,45}$	$\frac{1,82 \pm 0,01}{0,8-3,55}$	$\frac{2,9 \pm 0,01}{0,8-5,4}$	$\frac{6,4 \pm 0,03}{4,65-8,65}$	$\frac{7,1 \pm 0,05}{4,65-10,0}$	$\frac{8,7 \pm 0,04}{5,45-12,75}$	$\frac{10,7 \pm 0,05}{6,35-14,8}$		
	АС, см	$\frac{26,3 \pm 0,1}{20,7-35,8}$	$\frac{47,9 \pm 0,2}{39,4-59,7}$	$\frac{64,5 \pm 0,1}{50,5-79,9}$	$\frac{73,3 \pm 0,1}{51,4-88,0}$	$\frac{94,5 \pm 0,1}{84,4-103,4}$	$\frac{99,2 \pm 0,2}{87,6-110,4}$	$\frac{104,3 \pm 0,1}{89,6-116,1}$	$\frac{111,7 \pm 0,2}{93,7-124,2}$		
	Коэф. уп.	$\frac{0,6 \pm 0,002}{0,47-0,69}$	$\frac{0,68 \pm 0,002}{0,55-0,83}$	$\frac{0,65 \pm 0,001}{0,53-0,99}$	$\frac{0,7 \pm 0,001}{0,51-1,2}$	$\frac{0,8 \pm 0,003}{0,62-1,02}$	$\frac{0,7 \pm 0,002}{0,65-0,84}$	$\frac{0,8 \pm 0,002}{0,62-1,09}$	$\frac{0,8 \pm 0,002}{0,66-1,06}$		
(СтхК)хСт, 2014 г.	Масса, кг	$\frac{0,2 \pm 0,002}{0,05-0,33}$	$\frac{0,79 \pm 0,03}{0,2-1,55}$	$\frac{2,04 \pm 0,01}{0,6-5,35}$	$\frac{2,7 \pm 0,02}{1,3-5,0}$	$\frac{4,5 \pm 0,03}{3,3-6,35}$	$\frac{5,6 \pm 0,03}{3,95-7,45}$	$\frac{5,6 \pm 0,04}{3,95-8,15}$	$\frac{6,8 \pm 0,03}{4,2-9,95}$	$\frac{6,8 \pm 0,03}{4,2-9,8}$	
	АС, см	$\frac{31,9 \pm 0,1}{23,3-37,5}$	$\frac{49,4 \pm 0,1}{36,6-60,0}$	$\frac{63,4 \pm 0,1}{43,0-83,2}$	$\frac{69 \pm 0,1}{56,3-81,7}$	$\frac{82,7 \pm 0,1}{72,8-89,8}$	$\frac{88,6 \pm 0,2}{76,1-99,6}$	$\frac{89,1 \pm 0,2}{80,3-100,4}$	$\frac{92,7 \pm 0,1}{79,9-104,1}$	$\frac{95 \pm 0,1}{81,8-107,6}$	
	Коэф. уп.	$\frac{0,59 \pm 0,002}{0,4-0,71}$	$\frac{0,63 \pm 0,002}{0,41-0,96}$	$\frac{0,78 \pm 0,001}{0,58-0,99}$	$\frac{0,8 \pm 0,002}{0,64-1,01}$	$\frac{0,8 \pm 0,002}{0,65-0,91}$	$\frac{0,8 \pm 0,003}{0,58-0,99}$	$\frac{0,8 \pm 0,003}{0,65-1,0}$	$\frac{0,8 \pm 0,001}{0,7-1,01}$	$\frac{0,8 \pm 0,001}{0,65-0,95}$	
Кх(КхСт), 2013 г.	Масса, кг	$\frac{0,13 \pm 0,002}{0,035-0,26}$	$\frac{1,1 \pm 0,02}{0,55-3,2}$	$\frac{2,64 \pm 0,04}{0,9-6,75}$	$\frac{4,2 \pm 0,04}{1,9-7,05}$	$\frac{6,9 \pm 0,04}{4,7-9,55}$	$\frac{8,1 \pm 0,06}{4,15-12,5}$	$\frac{8,3 \pm 0,07}{4,75-12,7}$	$\frac{8,0 \pm 0,07}{4,3-13,0}$	$\frac{10,6 \pm 0,11}{4,8-15,95}$	$\frac{12,1 \pm 0,14}{5,4-20,3}$
	АС, см	$\frac{28,4 \pm 0,1}{18,6-37,0}$	$\frac{52,5 \pm 0,2}{42,4-77,7}$	$\frac{69,9 \pm 0,3}{49,2-95,5}$	$\frac{79,7 \pm 0,3}{57,4-90,2}$	$\frac{96,5 \pm 0,2}{86,7-104,3}$	$\frac{103,5 \pm 0,2}{89,1-126,1}$	$\frac{105,8 \pm 0,2}{90,5-116,9}$	$\frac{104 \pm 0,3}{89,8-118,2}$	$\frac{111,8 \pm 0,4}{95,7-132,2}$	$\frac{116,2 \pm 0,4}{93,8-135,9}$
	Коэф. уп.	$\frac{0,54 \pm 0,001}{0,47-0,63}$	$\frac{0,73 \pm 0,002}{0,57-0,87}$	$\frac{0,72 \pm 0,003}{0,51-0,89}$	$\frac{0,8 \pm 0,004}{0,59-1,01}$	$\frac{0,8 \pm 0,003}{0,57-0,92}$	$\frac{0,7 \pm 0,003}{0,51-0,87}$	$\frac{0,7 \pm 0,003}{0,51-0,94}$	$\frac{0,7 \pm 0,003}{0,53-0,88}$	$\frac{0,7 \pm 0,004}{0,51-0,94}$	$\frac{0,8 \pm 0,004}{0,57-1,02}$

Примечание: Средняя выборки ± ошибка средней, над чертой минимум – максимум.

На момент возраста 5+ у гибридов (КхСт)хК, (КхСт)хСт, (СтхК)хК заметно замедление темпов роста массы, а у 7+ Кх(КхСт), так и вовсе снижение веса в сравнении с предыдущим годом. Данное явление приходится на 2019-2020 гг., когда отмечены неблагоприятные условия для роста (заниженная норма кормления и повышенная температура среды).

Возвратный гибрид (КхСт)хК к восьмилетнему возрасту имел массу чуть больше 12,0 кг, что соответствует десятилетнему схожему гибриду Кх(КхСт).

Наихудший результат набора массы наблюдался у (СтхК)хСт 2014 г. генерации, возможно, это связано с большим содержанием стерляжьего генотипа, который в свою очередь повлияет на ускорение полового созревания. При этом стоит отметить, что по результатам бонитировки 2022 г. в возрасте 9+ созрел только первый самец гибрида Кх(КхСт), в сравнении с «западным» аналогом у породы «Внировская» созревание самцов происходит в 6 – 10 лет (Бурцев, 2008).

Заключение. Селекционные работы с осетровыми видами рыб и их гибридами связан с продолжительным процессом полового созревания, который, безусловно, сказывается на длительности проведения экспериментов.

Комплекс гибридных форм кастера ранее уже исследовался, в работе Е.И. Рачек от 2018 г. (Рачек, 2018), где рассматривается рыбоводная характеристика Стх(СтхК), Кх(СтхК), Стх(КхСт) в различном возрасте, в том числе анализируется показатель массы, темпы которой сходны с нашими результатами.

Необходимо продолжать сбор данных для выявления наиболее перспективных форм осетровых для получения различной товарной продукции.

Наиболее перспективным для получения продукции из мяса рыбы можно считать гибрида Кх(КхСт).

Размерно-весовая характеристика возвратных гибридов калуги и стерляди проводятся при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» (НИР №842/2023).

Список литературы

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. 2011. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ. 302 с.

Рачек Е.И. 2018. Рыбоводно-биологическая характеристика прямых и возвратных гибридов стерляди с калугой при выращивании на теплых водах Приморья. Мат. Всерос. науч.- прак. конф. "Водные биоресурсы и аквакультура Юга России", с. 381–387.

Бурцев И. А. Комплекс пород бестера (*Acipenser nikoljukinii*) / И. А. Бурцев, В. Д. Крылова, А. И. Николаев, А. С. Сафронов, О. П. Филиппова. // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). – М.: Столичная типография, 2008. – С. 4–22.

Актуализация стандарта на пищевую рыбную продукцию холодного копчения из лососевых и сиговых рыб

С.А. Соловьева¹, Т.В. Захарова², М.М. Дяченко¹

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), г. Тюмень
e-mail: solovieva.s.99@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена вопросам актуализации стандарта ГОСТ 11298 «Рыбы лососевые и сиговые холодного копчения. Технические условия». Изложены основные изменения, внесенные в проект стандарта в ходе его пересмотра.

Ключевые слова: стандартизация, обновление стандарта, технический регламент, безопасность, качество.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 обеспечение населения качественной и безопасной пищевой продукцией является национальным интересом государства в сфере продовольственной безопасности на долгосрочный период. Для обеспечения качества и безопасности пищевой продукции необходимо контролировать ее соответствие обязательным требованиям технических регламентов Евразийского экономического союза, развивать механизмы стандартизации.

Для повышения конкурентоспособности пищевой рыбной продукции холодного копчения из лососевых и сиговых рыб необходимо поддерживать развитие стандартизации как эффективного инструмента управления качеством.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 11298-2002 «Рыбы лососевые и сиговые холодного копчения. Технические условия», устанавливающий требования к качеству и безопасности лососевых и сиговых рыб холодного копчения, выступает в качестве доказательной базы соответствия продукции требованиям технического регламента ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». При этом он был разработан более 20 лет назад, задолго до введения в действие ТР ЕАЭС 040/2016, поэтому стандарт требует актуализации.

Разработка межгосударственного стандарта ГОСТ 11298 проводится на базе Всероссийского государственного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»). Стандарт закреплен за Техническим комитетом по стандартизации 300 «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка» (МТК/ТК 300).

Пересмотр стандарта направлен на решение следующих задач: обеспечение соблюдения требований технических регламентов ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» путем: уточнения номенклатуры показателей безопасности продукции, установления современных требований к сырью для изготовления лососевых и сиговых рыб холодного копчения, к маркировке и упаковке готовой продукции; актуализации органолептических и химических показателей качества, определяющих потребительские свойства продукции; предупреждения действий, вводящих потребителей в заблуждение; гармонизации стандарта на межгосударственном уровне; создания условий для применения стандарта в едином экономическом пространстве ЕАЭС.

Актуализация межгосударственного стандарта ГОСТ 11298 проводится с соблюдением принципов и положений законов Российской Федерации: «О качестве и безопасности пищевых продуктов», «О техническом регулировании», «О защите прав потребителей», «О стандартизации в Российской Федерации».

Проект межгосударственного стандарта ГОСТ 11298 разработан и оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5-2001 и ГОСТ 1.2-2015 и содержит следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, предисловие, разделы «Область применения», «Нормативные ссылки», «Термины и определения», «Технические требования», «Правила приемки», «Методы контроля», «Транспортирование и хранение», приложения А и Б, библиография, информационные данные.

Разрабатываемый стандарт распространяется на лососевые (Salmonidae) и сиговые (Coregonidae) рыбы холодного копчения, предназначенные для пищевых целей.

В разделе «Область применения» стандарта дана ссылка на справочное приложение А, содержащее видовой состав рыб семейств лососевые и сиговые, изложенный в соответствии с перечнем водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство, утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 18.11.2017 № 2569-р; в примечании к приложению А допускается также использование объектов аквакультуры.

В результате пересмотра стандарта в разделе «Нормативные ссылки» учтены изменения документов по стандартизации, исключены ссылки на отмененные стандарты, раздел дополнен ссылками на актуальные документы по стандартизации.

В разделе «Технические требования» приведены основные показатели и характеристики стандартизируемого объекта. Указаны требования безопасности, установленные для данной продукции в технических регламентах. Установлены характеристики и нормы химических, органолептических показателей качества пищевой рыбной продукции холодного копчения из лососевых и сиговых рыб.

В подразделе «Характеристики» приведено описание и дана характеристика видов разделки лососевых и сиговых рыб для производства продукции холодного копчения в соответствии с ГОСТ 34884-2022.

Проект стандарта дополнен пунктом о том, что лососевые и сиговые рыбы холодного копчения, упакованные в потребительскую упаковку, могут быть заморожены сухим искусственным способом. Температура замороженной продукции должна быть не выше минус 18 °С. При этом стандартом установлено требование: в маркировке замороженной продукции необходимо дополнительно указывать фразу «Перед употреблением разморозить при температуре не выше 8 °С».

С учетом поступивших от членов ТК 300 замечаний и предложений характеристика показателя «Вкус и запах» для лососевых и сиговых рыб холодного копчения представлена в новой редакции: «Свойственные рыбе холодного копчения, с умеренным запахом копчености, без посторонних вкусов и запахов».

Верхняя граница нормы для показателя «Массовой доли поваренной соли» изменена с 12,0 % для первого сорта и 13,0 % для второго сорта на 10,0 % и 12,0 % соответственно. Согласно коллегиальному решению в проекте была установлена единая верхняя граница норма по показателю «Массовая доля воды» на уровне 60 %.

Таблица органолептических показателей качества была дополнена примечанием: «Качество замороженной лососевой и сиговой рыбы холодного копчения оценивают после размораживания».

В подразделе «Требования к сырью и материалам» предусмотрено использование сырья и материалов по качеству не ниже первого сорта (при наличии сортов). Допускается использование рыбы с наружными повреждениями, по остальным показателям соответствующей требованиям к первому сорту, при условии удаления повреждённых частей.

Проектом стандарта при производстве лососевых и сиговых рыб холодного копчения допускается использовать пищевые добавки в соответствии с требованиями ТР ТС 029/2012. Сырье для изготовления лососевых и сиговых рыб холодного копчения дополнено коптильным ароматизатором, упаковочными газами. Из перечня используемого сырья исключен соленый полуфабрикат в соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 040/2016, п. 35. раздела VI.

Требования к используемым в качестве сырья чистой воде и водному льду изложены в новой редакции в соответствии с решениями, принятыми на заседании МТК/ТК 300. Их использование перенесено в допуск к п. 4.3.1.

Подраздел «Упаковка» изложен с учетом требований ГОСТ 1.5–2001 (пункт 7.6.5), при этом в проекте установлены требования к потребительской и транспортной упаковке, упаковочным материалам, способу и качеству упакованной продукции.

В разделе «Правила приемки» в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5–2001 (пункт 7.8) приведен перечень, порядок и периодичность контроля показателей качества и безопасности рыбы холодного копчения, установленных проектом стандарта и требованиями технических регламентов.

Раздел «Методы контроля» изложен с указанием ссылок на нормативные документы по отбору, подготовке проб и проведению органолептических, физических, химических, паразитологических и микробиологических исследований, определению содержания токсичных элементов, гистамина, пестицидов, нитрозаминов, полихлорированных бифенилов, бенз(а)пирена, радионуклидов и диоксинов.

Раздел «Транспортирование и хранение» представлен в редакции с учетом требований к правилам перевозки грузов, в том числе при транспортировании продукции в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности; правилам пакетирования, условиям хранения и установлению срока годности.

Информация в приложениях для облегчения пользования стандартом приведена в табличном виде. В приложении А уточнены латинские наименования видов рыб, используемых для изготовления продукции. Рекомендуемые сроки годности и условия хранения продукции холодного копчения из лососевых и сиговых рыб представлены в приложении Б.

Элементы «Библиография» и «Информационные данные Российской Федерации» изложены и оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5–2001 (пункты 3.13, 3.14, 3.15).

Проект стандарта разработан в соответствии с требованиями межгосударственной системы стандартизации и связан с межгосударственными стандартами на сырье и материалы, маркировку, упаковку, правила приемки, методы контроля, транспортирование.

В 2023 г. продолжается работа над проектом межгосударственного стандарта ГОСТ 11298 «Рыбы лососевые и сиговые холодного копчения. Технические условия». Прделанная работа позволила наметить направления дальнейшего развития стандарта для гармонизации его требований с требованиями действующего законодательства.

Список литературы

ГОСТ 1.2-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены», М: Стандартинформ, 2019. – 27 с.

ГОСТ 1.5-2001 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению», М: Стандартинформ, 2010. – 81 с.

Решение Коллегии ЕЭК № 107 от 19 июля 2022 г. «О перечне международных и региональных (межгосударственных) стандартов, а в случае их отсутствия - национальных (государственных) стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016)...».

Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «О стандартизации в Российской Федерации».

Зообентос лососевых рек южного берега Финского залива

Е.А. Стратаненко

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга»), г. Санкт-Петербург
e-mail: E.Stratanenko@mail.ru

Аннотация. Результаты даны по материалам обработки гидробиологического материала, собранного в августе 2015 г. Фауна донных беспозвоночных исследованных лососевых рек южного берега Финского залива принадлежит к литореофильному типу. По запасам кормового бентоса лососевые реки были отнесены к следующим уровням кормности: р. Воронка и р. Систа к низкому, р. Луга и р. Солка к среднему, р. Вруда и р. Лемовжа к высокому.

Ключевые слова: зообентос, лососевые реки, кормность

Гидробиологические исследования водных объектов Ленинградской области имеют многолетнюю историю. Однако на сегодняшний день реки южного берега Финского залива, в которых обитают ценные виды лососевых рыб, в том числе лосось балтийский, кумжа и форель, остаются слабо изученными. В связи с этим можно говорить, что исследование бентосной фауны лососевых рек является важным не только с точки зрения получения фундаментальных знаний, но имеет и прикладное значение.

Материал, легший в основу настоящей работы, был собран в августе 2015 г. в ходе ежегодного мониторинга популяции лососевых рыб в водотоках Ленинградской области – реки Воронка, Систа, Луга, Солка, Вруда и Лемовжа, протекающих по южному берегу Финского залива. На реках исследовались участки русла со сходными гидрологическими условиями и глубинами от 0,2 до 1,2 м.

Зообентос на рассматриваемых водотоках отбирался дночерпателем Петерсена (площадь захвата 0,025 м²), по две пробы на каждой станции. Кроме этого, на станции также выполнялось измерение глубины, прозрачности, визуально оценивался тип грунта. Отмывка донного осадка осуществлялась сразу после взятия пробы с использованием сита № 23. Собранный материал фиксировался 4%-ным раствором формалина (Методические рекомендации..., 1983). В лабораторных условиях организмы выбирали из грунта и проводили их таксономическую идентификацию. Подсчет организмов (численность) и взвешивание (биомасса) производились отдельно для каждой таксономической группы. Биологическое разнообразие рассчитывали по численности с помощью индекса Шеннона. Сапробность рассчитывалась по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека (Pantle, Buck, 1955) с применением списка сапробных видов (Sladecsek, 1973).

Степень кормности рек определялась по классификации, предложенной Ю.А. Шустовым (Шустов, 1983). В данной классификации выделяются следующие группы: низкий уровень (при биомассе бентоса менее 2 г/м²), средний уровень (при биомассе бентоса до 10 г/м²), высокий (при биомассе бентоса более 10 г/м²).

По результатам проведенного исследования установлено, что анализируемые участки рассматриваемых водотоков были представлены литореофильным типом сообщества бентоса, для которых характерно преобладание представителей класса Insecta. В целом таксономическую структуру донных сообществ данных лососевых рек можно охарактеризовать как довольно разнообразную. Наибольшее число таксонов зарегистрировано в реке Вруда (81), наименьшее в р. Систа (15). Индекс Шеннона, рассчитанный для каждой из рек варьировал от 1,76 в р. Луга до 3,15 в р. Воронка. При этом рассчитанные коэффициенты таксономического (видового) сходства демонстрируют, что

исследованные реки в значительной степени отличаются как по количеству формирующих их донные сообщества видам беспозвоночных, так и по составу в целом.

По результатам расчетных величин сапробности изучаемые водотоки можно разделить на следующие группы: олигосапробные или чистые (Вруда, Воронка), β -мезосапробные или умеренно-загрязненные (Лемовжа, Систа, Солка), α -мезосапробные или загрязненные (Луга). По запасам кормового бентоса в августе 2015 г. лососевые реки были отнесены к следующим уровням кормности: низкий (р. Воронка и р. Систа), средний (р. Луга и р. Солка), высокий (р. Вруда и р. Лемовжа).

Благодарности. Хотелось бы выразить благодарность сотрудникам сектора мониторинга популяции лососевых рыб Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга) за помощь и содействие при сборе материала и лично к.б.н. С.Ф. Титову, С.В. Михельсону, М.В. Барабановой и А.В. Гребёнкину.

Список литературы

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л. 1983.

Шустов А.Ю. 1983. Экология молоди атлантического лосося. Петрозаводск, «Карелия». 152 с.

Pantle E. and Buck H. 1955. Die Biologische Überwachung der Gewässer und Die Darstellung der Ergebnisse. Gas- und Wasserfach 96 (18): 1-604.

Sladeček V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol., Beiheft., Ergebnisse der Limnol. Bd 7. S: 1-218.

Количественные показатели биомассы рачков артемии *Artemia Leach, 1819* гипергалинных водоемов Алтайского края в вегетационный период 2022 г.

М.А. Табакова, Г.В. Лукерина, В.И. Щербаков

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Барнаул

E-mail: altainiro@vniro.ru

Аннотация. Фауна минерализованных озер Алтайского края зачастую представлена ракообразными рода *Artemia Leach, 1819*, имеющие научную и практическую ценность. Вторым главным составляющим биоресурса артемии является биомасса рачка, что подтверждается выловом, который составил в 2022 г. 33,0 т. с двух озер – Большое Шкло и Малое Шкло Кулундинского района. Материалом для изучения послужили данные, собранные сотрудниками Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО») в ходе полевых и лабораторных работ в 2022 г. на 14 водоемах, из которых были исключены шесть озер по результатам анализа их абиотических факторов и четыре – в связи с недостаточной в них концентрацией биомассы ($<10 \text{ г/м}^3$). Таким образом, по результатам исследований 2022 г. промысловыми озерами в отношении рачков артемии были четыре озера: Беленькое г. Славгород, Танатар 1-й Михайловского района, Большое Шкло и Малое Шкло Кулундинского района.

Ключевые слова: артемия, жаброногий рачок, биомасса, водные биологические ресурсы, зообентос, гипергалинные водоемы, Алтайский край.

Минерализованные озера Алтайского края в основном представляют собой мелководные водоемы, средняя глубина которых, согласно данным авторов книги «Водоемы Алтайского края» (1999), менее 2,5 м. Фауна таких озер зачастую представлена ракообразными рода *Artemia Leach, 1819*, имеющие научную и практическую ценность, которая, до недавнего времени, ограничивалась цистами (зимними диапазирующими яйцами) (Соловов В.П. и др., 2001). Исследования многих ученых, таких как Соловов В.П., Студеникина Т.Л., Лукерина Г.В. и Веснина Л.В., связаны в основном с динамикой численности и хозяйственным использованием артемии (на стадии цист) (Студеникина, Новоселов, 1980; Соловов, Студеникина, 1990; Веснина Л. В., 2011; Лукерина Г.В., 2021, 2022). В этом контексте Алтайский край является обладателем самого значительного и самого перспективного в России фонда артемиевых озер (Соловов В.П., Студеникина Т.Л., 1990.).

Вместе с тем биомасса рачка – это, по утверждению Соловова В.П. и др. (1990), вторая главная составляющая биоресурса артемии, так как по данным Рудневой И.И. (1991) собранных рачков артемии можно использовать как живой белковый корм для рыб. Согласно данным «Методических рекомендаций по оценке запаса и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии» (2019) общая продуктивность биомассы рачков во всех артемиевых водоемах Западно-Сибирского бассейна составляет около 130-160 тыс. т. за вегетационный период, а по многолетним наблюдениям Соловова В.П. и др. (1990) колебания летней биомассы артемии укладываются в $1,43\text{-}310 \text{ г/м}^3$.

Состояние запаса артемии в гипергалинных озерах Алтайского края лимитируется уровнем водности и гидрохимическим режимом водоемов. При благоприятных условиях популяция артемии наращивает биомассу в короткие сроки. Массовое развитие рачков носит характер «вспышки», при этом значение биомассы будет зависеть от размерно-возрастной структуры популяции (Студеникина, Новоселов, 1980; Соловов, Студеникина, 1990).

Перспектива промысла артемии на стадии рачка возможна на некоторых артемиевых водоемах, которые согласно «Методических рекомендаций ...» (2019) подразделяются на:

очень высокопродуктивные (>100 мг/л), высокопродуктивные (51-100 мг/л), среднепродуктивные (10-50 мг/л) и низкопродуктивные (<10 мг/л).

Цель исследований – изучить количественные показатели биомассы рачков артемии гипергалинных водоемов алтайского края в вегетационный период 2022 г.

До 2022 г. на территории Алтайского края промышленное рыболовство в отношении артемии на стадии рачков не осуществлялось. По данным Верхнеобского территориального управления Росрыболовства в 2022 г. впервые был произведен вылов общим объемом 33,0 т.

Материалом для изучения послужили данные, собранные сотрудниками Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО») в ходе полевых и лабораторных работ в 2022 г., в ходе которых было осуществлено четыре экспедиционных выезда на гипергалинные озера Алтайского края в рамках выполнения государственного задания. Было исследовано 14 водоёмов, для каждого из которых была рассчитана биомасса рачков (виды рода *Artemia*).

При изучении абиотических показателей каждого водоёма из числа потенциально-промысловых были исключены следующие озёра: озера Кучукское Благовещенского района – в связи с высокими показателями минерализации воды в озере ($\text{lim} = 209,2\text{--}346,6 \text{ г/м}^3$), которые превышают оптимальные значения для жизнедеятельности рачка артемии; оз. Горносталево, Ломовое и Кочковое Михайловского района, оз. Кривая Пучина и оз. Петухово Ключевского района – в связи с полным или частичным пересыханием водоемов в летний период.

Согласно «Методическим рекомендациям ...» (2019), водоемы с биомассой артемии менее 10 г/м^3 считаются непромысловыми. По результатам исследований, проведенных в 2022 г., биомасса артемии в озерах Кулундинское Благовещенского района, Малиновое Михайловского района, Большое Яровое и Малое Яровое г. Славгород не достигала критического значения в течение вегетационного периода, что позволяет отнести их в перечень непромысловых в отношении рачков артемии (виды рода *Artemia*) (табл. 1).

Таблица 1. Биомасса разновозрастных рачков артемии в гипергалинных озерах Алтайского края в течение 2022 г.

Водный объект	Биомасса рачков артемии в вегетационный период, г/м ³				
	Апрель	Июнь–июль	Июль–август	Сентябрь–октябрь	Среднегодовая
Кулундинское	1,583±0,740	10,912±4,060	1,644±0,315	1,230±0,327	4,920±1,532
Большое Яровое	0,306±0,150	3,926±0,311	1,284±0,153	0,834±0,140	1,573±0,146
Беленькое	59,704±10,803	112,320±53,531	182,514±74,733	0,010	108,502±32,668
Большое Шкло	5,835±0,716	19,808±4,805	8,316±2,233	0,168±0,002	10,506±4,427
Малое Шкло	4,757±0,635	8,744±1,777	26,624±11,577	3,302±1,291	10,857±5,380
Танатар 1-й	1,598±0,893	59,688±21,697	92,910±56,178	3,957±2,607	37,523±14,496
Малиновое	0,235±0,114	7,133±1,185	1,368±0,291	0,326±0,152	2,375±0,520
Малое Яровое	0,978±0,384	1,586±0,232	1,249±0,205	0,657±0,313	1,170±0,186

Значительная биомасса рачков наблюдалась в мелководных озерах, что подтверждается исследованиями Соловова В.П. и др. (1990). При этом для озер Беленькое г. Славгород, Малое Шкло Кулундинского района и Танатар 1-й Михайловского района максимальная биомасса была достигнута к концу разрешенного периода добычи (Приказ Минсельхоза России от 30.10.2020 г. № 646). Для озера Большое Шкло Кулундинского района наибольшее развитие биомассы артемии пришлось на начало летнего периода – 19,808 т., а затем снизилось на 42 % (табл. 1), однако необходимо отметить, что в этом водоеме производилась добыча рачка объемом 18,0 т (за весь разрешенный период). Промысел также осуществился и в озере Малое Шкло общим объемом 15,0 т. Пик вылова артемии для обоих озер пришелся на июль.

Таким образом, по результатам исследований 2022 г. промысловыми озерами в отношении рачков артемии были 4 озера: Беленькое и Большое Шкло с

партеногенетическими популяциями артемии; Малое Шкло и Танатар 1-й с обоеполыми популяциями артемии.

Список литературы

Веснина, Л. В., Зеленцов Н. В., Пермякова Г. В. 2011. Продукционная характеристика основных промысловых водоемов Алтайского края. Рыбоводство и рыбное хозяйство 11. С. 6-13.

Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов Новоселова З.И., Ростовцев А.А., Соловьев В.П., Студеникина Т.Л. 1999. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 285 с.

Лукерина, Г. В., Сурков Д. А., Пяткова Я. С. [и др.] 2021. Использование биомассы донных цист артемии (*Artemia*) Leach, 1819 для оценки запасов артемии (на стадии цист) в гипергалинных озерах Алтайского края. Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса. Сборник трудов IX Научно-практической конференции молодых учёных с международным участием, посвященная 140-летию ВНИРО, Москва, 11–12 ноября 2021 года. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 111-114.

Лукерина, Г. В., Мазникова О. А. 2022. Современное состояние запасов и промысла короткоциклового беспозвоночного в озерах Алтайского края. Рыбоводство и рыбное хозяйство 1(192): 52-61. DOI 10.33920/sel-09-2201-04.

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. 2019. Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендуемого объема добычи (вылова) артемии / М.: Изд-во ВНИРО, 50 с.

Приказ Минсельхоза России от 30.10.2020 г. № 646. Правила рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна. (с изменениями на 8 сентября 2021 года)

Руднева И.И. 1991. Артемия. Перспективы использования в народном хозяйстве. Киев: Наукова думка., 139 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.

Соловов В.П., Подуровский М.А., Ясюченя Т.Л. 2001. Жаброног Артемия: история и перспективы использования ресурсов. Барнаул: ОАО «Алтай полиграфический комбинат», 144 с.

Студеникина Т.Л., Новоселов В.А. 1980. Использование сырьевых запасов Артемии Салина в Алтайском крае. Основные направления развития товарного рыбоводства Сибири. Тюмень, 77–78.

О возможности пропуска нереста тихоокеанского белокорого палтуса *Hippoglossus stenolepis* Schmidt, 1904

Н.Ю. Терпугова, П.С. Беляев, А.В. Согрина, Е.В. Ведущева

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: terpugova@vniro.ru

Аннотация. В весенний период 2022 г. исследовали 333 экз. тихоокеанского белокорого палтуса западной части Берингова моря. Проведено гистологическое исследование половых желез, подтверждена возможность пропуска нереста *Hippoglossus stenolepis*.

Ключевые слова: белокорый палтус, *Hippoglossus stenolepis*, нерест, Берингово море

Тихоокеанский белокорый палтус *Hippoglossus stenolepis* является ценным объектом российского промысла. В прикамчатских водах наиболее многочислен палтус в западной части Берингова и восточной части Охотского моря. Встречается он на глубинах 0-1200 м, обычно – 100-600 м (Новиков, 1964, Токранов и др., 2005). Молодь длиной до 30 см обитает в шельфовой зоне на глубинах менее 100 м.

Нерест палтусов происходит в осенне-зимний период (в Беринговом море продолжается до марта) на глубине 500 м и более при температуре придонной воды 2,3-3,5 °С (Вернидуб, 1936, Новиков, 1964). Пропуск нереста подтвержден у многих видов рыб (Филина, 2007), но в отношении белокорого палтуса по этому вопросу имеются противоречивые мнения (Bell, 1981; Новиков, 1964; Seitz и др., 2005; Вернидуб, 1936).

Нерегулярность нереста учитывается при оценке репродуктивных возможностей запаса рыб, в связи с этим, целью работы стало подтверждение пропуска нереста белокорого палтуса посредством гистологического анализа.

В весенний период 2022 г. на шельфе и верхней части материкового склона восточного побережья Камчатки и западной части Берингова моря на борту среднетоннажного рыболовного морозильного траулера РТМ «Камлайн», оснащённого донным тралом SELSTAD 810 48M GEAR (судовладелец – ООО «Росрыбфлот»), исследовали 333 экз. (Согрина и др., 2022). Глубина лова находилась в пределах 180-580 м. Половые железы *H. stenolepis* исследовали гистологическим методом. (Ромейс, 1953, Микодина и др., 2009). Фотосъёмку препаратов проводили на световом микроскопе OLYMPUS BX45 с фотокамерой Leica DC 100. Диаметры половых клеток и их структур измеряли по гистологическим препаратам с использованием программы ImageJ.

В районе Олюторского залива по визуальной оценке ихтиологов отмечена нерестящаяся самка V стадии созревания гонад (длина по Смиту 134 см, масса 25 000 г.).

При проведении гистологического анализа половых желез данной рыбы регистрировали, что большинство ооцитов находились на стадии накопления желтка, но также присутствовали ооциты фазы превителлогенеза, вителлогенеза и ооциты фазы созревания (рис.).

Отмечали, что многие ооциты фазы вителлогенеза у этой самки имели выраженную вакуолизацию, что является патологией и указывает на дистрофию яйцеклеток (Филина, 2007). Тихоокеанский белокорый палтус относится к рыбам с синхронным типом вителлогенеза (Fish et al., 2020). Это означает, что ооциты фазы созревания (V) не выметаны и в дальнейшем будут подвергнуты резорбции.

Причины пропуска нереста без проведения дополнительных исследований достоверно установить невозможно. В литературных источниках указаны причины в весьма широком диапазоне: от неподходящих для нереста гидрологических и температурных условий до некачественного откорма рыб (Чмилевский, 2016).

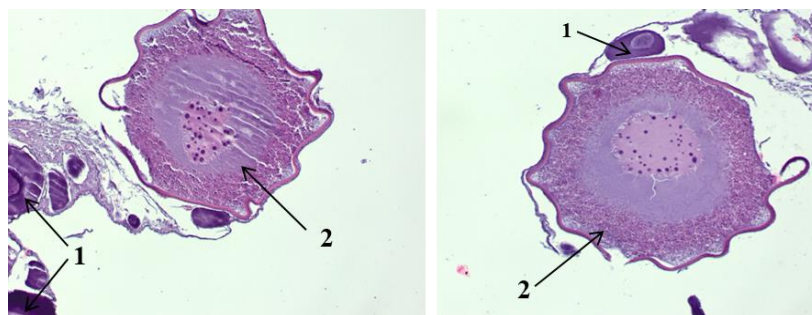


Рисунок. Яичники белокорого палтуса: 1 – ооциты фазы превителлогенеза, 2 – ооциты фазы вителлогенеза. Увеличение x10

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении научно-исследовательских работ и сборе материала экипажу РТМ «Камлайн»; Жуковой К.А. и Полуэктовой О.К. за консультационную помощь при оценке гистологических препаратов.

Список литературы

- Чмилевский Д.А. 2016. Оогенез рыб в норме и при экстремальных воздействиях. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 156 с.
- Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В. 2009. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО. – 111 с.
- Ромейс Б. 1953. Микроскопическая техника. М.: Иностранная литература. – 718 с.
- Согрина А.В., Ведищева Е.В., Головатюк Г.Ю., Антонов Н.П. Исследования тихоокеанского морского окуня и северного однопёрого терпуга в водах восточного побережья Камчатки в феврале-апреле 2022 г. Труды ВНИРО. 2022. Т. 188. С. 189-193.
- Филина Е.А. 2007. Исследования пропуска нереста у северо-восточной арктической трески // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: материалы 2-й науч. конф. с участием стран СНГ, Петрозаводск, 11–14 сентября 2007 г. Петрозаводск: Ин-т биол. КарНЦ РАН, С. 159-160.
- Bell, F. H. 1981. The Pacific halibut, the resource, and the fishery Anchorage, AK: Alaska Northwest Publishing Company. p. 267.
- Новиков Н.П. 1964. Основные черты биологии тихоокеанского белокорого палтуса (*Hippoglossus hippoglossus stenolepis* Schmidt) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. Т. 49. – Изв. ТИНРО. Т. 51. С. 167-207.
- Вернидуб М.Ф. 1936. Материалы к познанию тихоокеанского белокорого палтуса *Hippoglossus hippoglossus* // Труды Ленинградского общества естествоиспытателей. Т. 65. Вып. 2. С. 143-184.
- Seitz, A.C., Norcross, B.L., Wilson, D., Nielsen, J.L. 2005. Identifying spawning behavior in Pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis*, using electronic tags. *Environmental Biology of Fishes*, 73(4), 445-451.
- Fish T., Wolf N., Harris B.P., Planas J.V. 2020. A comprehensive description of oocyte developmental stages in Pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis*. *Journal of Fish Biology*, 97(6), 1880-1885.

Морфологические изменения в жабрах рыб при инвазии *Ichthyophthirius multifiliis*

Н.Ю. Терпугова, С.В. Биндюков, А.А. Журавлева

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: terpugova@vniro.ru

Аннотация. Проведены гистологические и гематологические исследования у заражённой молоди радужной форели простейшими *I. multifiliis* при различной степени инвазии. Выявлено, что наиболее частыми морфологическими изменениями в жабрах являются гиперплазия, инфильтрация клеток, расслоение вторичных ламелл и образования жаберных аневризм. При высокой численности паразита в жаберном аппарате рыб отмечается снижение концентрации гемоглобина в крови.

Ключевые слова: гемоглобин, гистопатология, жабры, ихтиофтириус, радужная форель.

В индустриальном рыбоводстве особое внимание уделяют эпизоотическому состоянию рыбоводных хозяйств. Под влиянием определенных условий в процессе выращивания рыба подвергается заражению различными эктопаразитами. Одним из распространенных паразитов в аквакультуре являются простейшие инфузории *Ichthyophthirius multifiliis*. Ихтиофтириусы наиболее активны в диапазоне 16-20 °С, при такой же температуре поддерживается выращивание форели в различных условиях. Проникая в слизистую оболочку и эпидермальный слой *I. multifiliis* вызывают изменения и разрушения клеток, такие как воспаление, некроз и т.д., что впоследствии приводит к болезни – ихтиофтириозу. Цель работы является изучение морфологической реакции жаберного аппарата и физиологическое состояние рыб при инвазии одноклеточных простейших *I. multifiliis*.

Для исследования были отобраны жабры у 30 экз. молоди радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) с различной степенью заражения. Материал фиксировали в растворе Буэна, затем провели гистологическое исследование по стандартным методикам в модификации для рыб (Микодина и др., 2009). Полученные гистосрезы просматривали на микроскопе OLYMPUS BX45, при разных увеличениях (10×, 20×, 40×), фотофиксацию осуществляли с помощью цифровой видеокамеры Olympus DP25 и программы DC Viewer. Для оценки физиологического состояния зараженной рыбы определяли концентрацию гемоглобина в крови на приборе МиниГЕМ-40.

У обследованных рыб в жаберном аппарате имеются четыре группы дуг, каждая из которых состоит из первичных и вторичных пластинок, содержащих клетки респираторного эпителия, а также хлоридные, столбчатые и слизистые клетки. В ходе гистологических исследований у заражённых рыб наблюдались морфологические изменения первичных и вторичных ламелл. Степень воспалительной реакции зависела от количества вторгшихся паразитов и варьировала от легкой формы до тяжелой.

Как при низком уровне, так и при высокой степени заражения, в жабрах радужной форели эпителиальные клетки гиперплазированные (рис. 1А), отёчные и имеют некротические регенеративные клетки с пикнотичными ядрами. Эпителий содержал инфильтрацию лимфоцитов и другие воспалительные клетки, включая макрофаги и нейтрофилы. При высокой численности простейших отмечали гиперплазию респираторного эпителия, расслоение респираторных ламелл и множество жаберных аневризм (рис. 1Б).

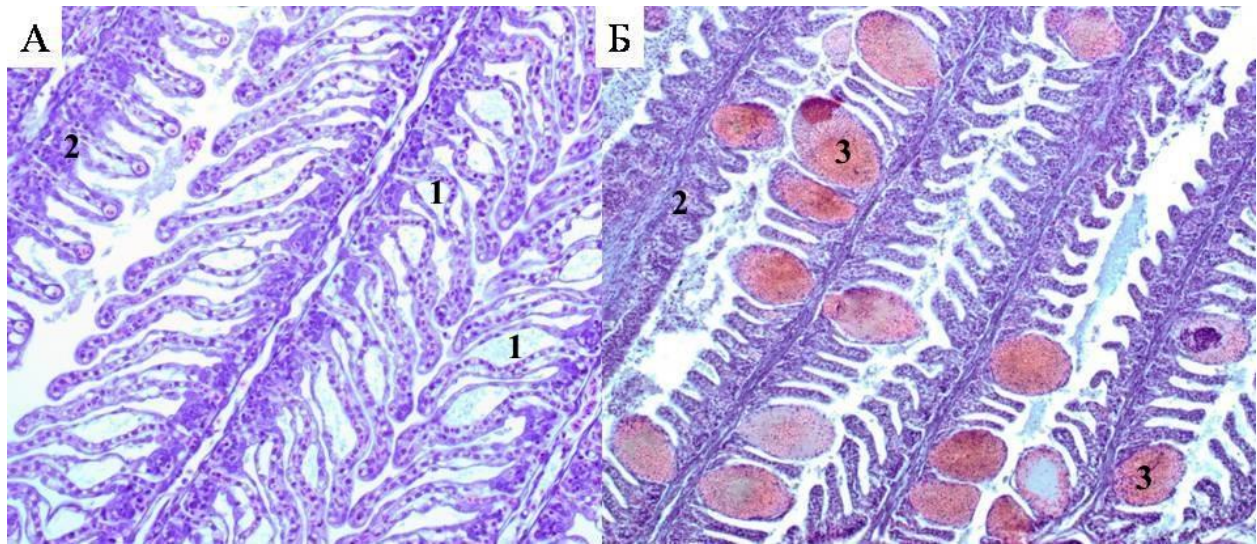


Рисунок 1. Фрагмент жабр радужной форели пораженных *I. multifiliis*: А-слабая инвазия; Б-массовое поражение: 1-десквамация вторичных ламелл; 2-гиперплазия; 3-аневризмы

Образовавшиеся аневризмы, гиперплазия и избыточное формирование слизи приводит к нарушению газообмена в организме рыб (Carraschi et al., 2017).

Стоит отметить, что при визуальном осмотре жабры отёчны, ослизнены, имеют темно-красный цвет и неровную структуру жаберных лепестков с характерными точечными и полосчатыми кровоизлияниями (аневризмы).

Уровень гемоглобина в крови у всех заражённых рыб был низким и не превышал 66,5 г/л. Пониженное содержание гемоглобина в крови радужной форели обнаружено при высокой интенсивности инвазии, составляя в среднем $55,3 \pm 3,2$ г/л. У таких рыб наблюдалась анемия жаберных лепестков, которая служит признаком присутствия возбудителей *I. multifiliis*. Паразит, прикрепляясь к жаберным эпителиям, повреждает кровеносные сосуды, вследствие чего нарушает дыхательные функции органа (Jerônimo et al., 2014).

Таким образом, простейшие инфузории *I. multifiliis* оказывают существенное патогенное влияние на организм рыб, а именно нарушает целостность жаберной ткани на клеточном уровне и развивает выраженную анемию, которая вызвана пониженным содержанием гемоглобина в крови. В связи с этим, при выращивании рыб в искусственных условиях необходимо проводить мониторинг эпизоотического состояния рыбоводных хозяйств и лечебно-профилактические мероприятия для предотвращения тяжелых форм заболеваний.

Список литературы

- Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В. 2009. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО. – 111 с.
- Jerônimo G.T., Pádua S.B., Vampi D., Gonçalves E.L.T., Garcia P., Ishikawa M.M., Martins M.L. 2014. The host-parasite relationship analysis of the monogenean *Anacanthorus penilabiatus* (Dactylogyridae) infesting *Piaractus mesopotamicus*, a South American fish. *Braz J Biol* 74(4):1000-1006
- S.P. Carraschi, T. Florêncio, N.F. Ignácio, C.V. Ikefuti, C. Cruz, M.J.T. Ranzani-Paiva. 2017. Hematological and histopathological assessment of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) after treatment of pathogens with veterinary medicinal products // *Comp Clin Pathol*. 26. 105-114

Физиологическое состояние долгинской сельди в Каспийском море в весенний период 2023 г.

И.О. Уколова, Н.В. Козлова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: aniriavl@ya.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования физиологического состояния долгинской сельди в Каспийском море. Изучению подверглись самки в весенний период. Показатели концентраций общих липидов и водорастворимого белка в мышцах и гонадах долгинской сельди характеризовали их удовлетворительное физиологическое состояние, а также свидетельствовали о начале активной подготовки организма рыб к предстоящему нересту.

Ключевые слова: долгинская сельдь, общие липиды, водорастворимый белок, мышцы, гонады.

Сельди являются основными промысловыми видами рыб, широко распространенными в Каспийском море. Это стайные пелагические рыбы, встречаются по всей акватории моря, преимущественно в прибрежных водах. Группа морских мигрирующих сельдей объединяет виды, нерест которых проходит в мелководной северной части Каспийского моря в период с апреля по июнь. Нагул и зимовка этих видов приурочены к глубоководным средней и южной частям моря. К ним относятся как хищные виды – долгинская сельдь и большеглазый пузанок, так и зоопланктофаг – каспийский пузанок (Зубкова, Разинков, 2022).

Бражниковский вид сельдей (*Alosa braschnikowii braschnikowii*), или долгинская сельдь, охватывает почти всю акваторию Каспийского моря, за исключением более опресненных зон. Зимует вид в основном в Южном Каспии, а в умеренный зимний период – частично в южных районах Среднего Каспия (Сулейманов, Азизов, 2013). В Каспийском море долгинская сельдь является перспективным объектом промысла (Зубкова, Канатъев, 2016). Вид характеризуется стабильностью биомассы запаса, структуры популяции по возрастному и размерно-весовому составу, распределения концентраций на нерестилищах, урожайности новых поколений (Зубкова, Разинков, 2022).

В настоящее время остаются малоизученными вопросы физиологического состояния долгинской сельди, что является важным аспектом для понимания биологии вида в современных экологических условиях.

Цель исследования – оценить физиологическое состояние долгинской сельди в Каспийском море весной 2023 г.

Сбор материала проводили в апреле в Среднем Каспии в соответствии с общепринятыми инструкциями (Судаков, 2011). Определяли размерно-весовые показатели самок, стадии зрелости гонад (Правдин, 1966). Концентрации общих липидов в мышцах долгинской сельди исследовали модифицированным методом с фосфорно-ванилиновым реактивом по Цольнеру – Киршу (Кондрахин, 2004), водорастворимого белка – методом Варбурга и Христиана (Детлаф, Бродский, Гаузе, 1974). Статистическую обработку данных проводили согласно методам, описанным в работе А.П. Бавриной (2020). Вид распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро–Уилка.

Масса самок долгинской сельди за период исследований составила в среднем 283,4 г, длина – 25,8 см. Гонады исследованных самок соответствовали III-IV стадии зрелости.

Анализ результатов исследования содержания общих липидов и водорастворимого белка в мышцах и гонадах долгинской сельди выявил симметричное распределение

значений. Для этих показателей были рассчитаны среднее значение (М), доверительный интервал среднего (95%) и стандартное отклонение (σ) (табл.).

Таблица. Физиолого-биохимические показатели самок долгинской сельди

Показатели	М	Доверительный интервал среднего, 95%	σ
Общие липиды в мышцах, %	4,28	3,42-5,14	1,42
Общие липиды в гонадах, %	4,79	4,20-5,37	1,06
Водорастворимый белок в мышцах, мг/г	85,79	80,35-91,23	9,82
Водорастворимый белок в гонадах, мг/г	137,79	123,77-151,81	23,20

Эффективность нереста зависит от содержания липидов в организме рыб. Липидные запасы служат питательным материалом в желтке ооцитов, а после вымета и оплодотворения икринок выполняют питательную функцию у развивающегося зародыша (Шульман, 1972).

Среднее значение общих липидов в мышцах и гонадах самок составило 4,28 и 4,79%, среднее значение водорастворимого белка в мышцах и гонадах – 85,79 и 137,79 мг/г соответственно.

Таким образом, представлены результаты физиолого-биохимических исследований долгинской сельди весной 2023 г. в Среднем Каспии. Исследование концентраций общих липидов и водорастворимого белка в мышцах и гонадах долгинской сельди характеризовало удовлетворительное физиологическое состояние рыб и свидетельствовало о начале активной подготовки организма самок к предстоящему нересту.

Список литературы

- Баврина А.П. 2020. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях. В помощь исследователю 63 (2): 95-104.
- Детлаф Т.А., Бродский В.Я., Гаузе Г.Г. 1974. Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические. М.: изд-во «Наука», 619 с.
- Зубкова Т.С., Разинков В.П. 2022. Морские мигрирующие сельди Каспийского моря. Вопросы рыболовства 23 (2): 51-62.
- Зубкова Т.С., Канатъев С.В. 2016. Каспийские сельди – перспективные объекты промысла. Рыбное хозяйство. № 3: 67–71.
- Кондрахин И.П. 2004. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. М.: изд-во «Колос», 520 с.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: изд-во «Пищевая промышленность», 374 с.
- Судаков Г.А. 2011. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: изд-во «КаспНИРХ», 193 с.
- Сулейманов С.Ш., Азизов А.П. 2013. Экологическое состояние долгинской сельди в Каспийском море. Вестник Воронежского государственного университета 2: 143-148.
- Шульман Г.Е. 1972. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб: моногр. М.: изд-во «Пищевая промышленность», 368 с.

Современные требования к качеству живой рыбы

Н.Н. Харченко, Ю.Р. Герлова, Е.Н. Романенкова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: natalyushka_lolo@mail.ru

Аннотация. В связи с активным развитием производства пищевой продукции в аквакультуре и увеличением количества реализуемой живой рыбы растет потребность в усилении контроля качества и безопасности. В соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 040/2016 живая рыба относится к переработанной пищевой рыбной продукции, в связи с этим, перед направлением в переработку должна быть проверена по микробиологическим, паразитологическим, гигиеническим показателям безопасности. Для пищевой продукции, полученной в аквакультуре, должен проводиться контроль максимально допустимых уровней содержания остатков ветеринарных препаратов, стимуляторов роста, лекарственных средств, в случае информации об их применении предоставляемой изготовителем. В статье приведен результат работ по актуализации требований действующего ГОСТ 24896-2013 «Рыба живая. Технические условия» на основе анализа нормативных документов, регламентирующих качество живой рыбы.

Ключевые слова: живая рыба, качество, безопасность, стандартизация

Рыба является одним из важнейших источников полноценного белка, жиров, витаминов и микроэлементов. Экономические исследования показывают, что наибольшим спросом в Российской Федерации пользуется рыба мороженая, на втором месте по спросу рыба свежая или охлажденная, на третьем месте - живая рыба (Добрецкая, 2022).

Проведенный авторами анализ рынка живой рыбы показал, что в настоящее время в основном представлена продукция товарного рыбоводства. Вместе с тем, на протяжении последних трех лет в России наблюдается увеличение объемов производства рыбы морской живой, не являющейся продукцией рыбоводства.

Увеличение продаж живой рыбы на современном этапе обусловлено, в том числе, развитием способов реализации: помимо традиционной продажи рыб с живорыбных машин и из аквариумов магазинов, расширению рынка способствует развитие социальных сетей.

Однако расширение рынка сбыта и точек продаж не всегда позитивно отражается на качестве живой рыбы. Использование неукomплектованных транспортных средств и неблагоприятные условия содержания приводят к значительным потерям при транспортировке и хранении, к ухудшению качества живой рыбы: появлению механических повреждений, повышенному выделению слизи, гиперемии, распространению инвазионных заболеваний (Шевченко, 1983).

Совершенствование технологий транспортировки и хранения живой рыбы заключается в использовании различных консервантов (Сахарова, 2008).

Действующая в настоящее время редакция ГОСТ 24896-2013 «Рыба живая. Технические условия» (ГОСТ 24896-2013) была разработана и введена в действие до принятия ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016). С момента разработки межгосударственного стандарта прошло более 10 лет, за это время произошел ряд изменений требований к качеству и безопасности пищевой рыбной продукции, а также обновление нормативной базы.

В связи с этим в соответствии с планом работ по стандартизации на 2023 г. Волжско-Каспийским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») проведена работа по актуализации положений действующего стандарта.

Цели разработки проекта стандарта: установление единых гармонизированных требований к рыбе живой, соблюдение принципов и положений технического

регулирования, повышение уровня безопасности живой рыбы для жизни и здоровья человека, защита прав потребителей.

Для достижения указанных целей были решены следующие задачи:

- приведение стандарта в соответствие с требованиями межгосударственной системы стандартизации и технических регламентов, корректировки номенклатуры показателей качества;
- унификация требований в части маркировки, упаковки, правил приемки, методов контроля рыбы живой.

Методика исследования. Объектом стандартизации являлась живая рыба. При разработке проекта стандарта проводился анализ межгосударственных стандартов, взаимосвязанных с объектом стандартизации, учтены современные научно-исследовательские работы, а также нормативно-правовые акты. Построение, содержание, изложение и оформление проекта стандарта проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 1.5 (ГОСТ 1.5) и ГОСТ 1.2 (ГОСТ 1.2). При разработке документов учтены требования Технических регламентов: «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011), «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011) и «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016).

Результаты исследования. При разработке окончательной редакции ГОСТ 24896 «Рыба живая. Технические условия» наименование проекта стандарта оставлено в прежней редакции, поскольку соответствует терминологическому аппарату, применяемому в отрасли.

Проектом стандарта установлено, что объектом стандартизации является живая рыба, добываемая (вылавливаемая) из среды её обитания, а также заготавливаемая, как объект товарного рыбоводства, реализуемая для пищевых целей.

В раздел «Нормативные ссылки» введено более 30 актуальных нормативных документов, в соответствии с которыми проводится контроль содержания остатков ветеринарных препаратов, стимуляторов роста, лекарственных средств (в том числе антимикробных средств тетрациклиновой группы и бацитрацина, за исключением левомицитина (хлорамфеникола), а также нормативные ссылки на ГОСТы, в соответствии с которыми проводится контроль содержания в рыбе тяжелых металлов, микробиологические и паразитологические нормативы безопасности.

Раздел «Термины и определения» дополнен терминологическими статьями «морская рыба» и «прудовая рыба».

Раздел «Основные параметры и размеры» дополнен информацией о нормировании минимальной длины рыб, изъятых из природной среды, в соответствии с правилами рыболовства и международными договорами. Требования к массе живой рыбы осетровых видов рыб оставлены без изменения.

В разделе «Технические требования» конкретизированы органолептические показатели качества. Требованиями стандарта установлено, что живая рыба проявляет признаки жизни. Поверхность рыбы должна быть чистая, естественной окраски, присущей данному виду рыбы, с тонким слоем слизи, признаки заболеваний отсутствуют. Качество здоровой особи можно определить по окрасу спинной части: она более темная. Чешуя у такой рыбы плотно прилегает.

Для показателя «состояние глаз» добавлена характеристика «чистые», так как ранее указанные характеристики «светлые, прозрачные, без повреждений» не отражают возможности изменения состояния глаз рыбы из-за паразитологических или бактериальных инвазий. В показателе «запах» добавлено основное требование к данному показателю – «слабый», так как живая рыба, выловленная (добытая) из непосредственной среды обитания, запаха практически не имеет, либо имеет слабый рыбный запах и/или запах воды, в которой она содержалась. Цвет жабр должен быть красный.

В разделе «Маркировка» установлено требование о запрете выпуска рыбы, предназначенной для реализации в живом виде в природную среду даже при наличии ветеринарных документов, поскольку в соответствии с Конвенцией о биологическом разнообразии это запрещено. Например, в аквакультуре успешно выращиваются такие виды

рыб как клариевый сом или веслонос, часто реализуемые в живом виде. Выпуск данных видов рыб в естественную среду обитания приведет к несанкционированной интродукции, что, в свою очередь, может привести к серьезным экологическим и биологическим проблемам в биоразнообразии внутренних водоемов и морской среды.

Конкретизированы требования к способам транспортировки живой рыбы и применяемой таре, которая имеет непосредственный контакт с живой рыбой и средой (водой), поддерживающей ее жизнедеятельность.

Выводы. Важным аспектом, определяющим развитие рыбохозяйственной отрасли, является своевременная разработка нормативных документов. Интенсификация товарного рыбоводства, способов реализации и повышение требований к качеству живой рыбы предопределило необходимость актуализации ГОСТ 24896-2013 «Рыба живая. Технические условия» (ГОСТ 24896-2013).

Разработанный проект стандарта ГОСТ 24896 «Рыба живая. Технические условия» соответствует современному техническому уровню развития отрасли и обеспечивает доказательную базу соответствия продукции требованиям технического регламента.

Установленные в проекте стандарта положения гармонизированы с нормативными документами отрасли и направлены на повышение уровня безопасности живой рыбы для жизни здоровья человека.

Список литературы

Добрецкая, Е. И. Рынок рыбной продукции в Российской Федерации / Е. И. Добрецкая. // Молодой ученый. 2022. №13(408). С.44-47. [Электронный ресурс] URL:<https://moluch.ru/archive/408/89826/> (дата обращения: 08.09.2023)

Шевченко, В. В. Сохранение качества живой товарной рыбы при транспортировании: специальность 05.18.00 «Технология продовольственных продуктов»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Шевченко Вера Валериановна. – Ленинград, 1983. – 35 с.

Сахарова О.В. Разработка технологии многофункциональной добавки для продления сроков транспортировки и хранения живой рыбы // Известия ТИНРО. -2008. - Выпуск 154. - стр.390- 404.

ГОСТ 24896 – 2013 Рыба живая. Технические условия: Москва: Стандартинформ, 2019. – 8 с.

ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», утвержденный решением Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. № 162. Т

ГОСТ 1.5-2001 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению. 2002. М.: Изд-во стандартов. 68 с.

ГОСТ 1.2–2009. 2009. Межгосударственная система стандартизации. Основные положения / Межгосударственная система стандартизации. М.: ИПК Издательство стандартов. 28 с.

ТР ТС 005/2011. О безопасности упаковки / Утверждён решением комиссии Таможенного союза № 768. 16.08.2011. 35 с.

ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции / Утверждён решением комиссии Таможенного союза № 880. 09.12.2011. 242 с.

ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части её маркировки / Утверждён решением комиссии Таможенного союза № 881. 09.12.2011. 29 с.

Использование микробиологических показателей для оценки экологического состояния рыбохозяйственных водоемов

Н.А. Чечкова, Н.А. Сидорова

¹ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск
e-mail: tche4kova.natalia@yandex.ru

Аннотация. Выполнено описание экологического состояния рыбохозяйственного водоема на основе использования основных и интегрированных микробиологических показателей (общей численности бактериопланктона, количества сапротрофов, спорных бактерий и коэффициента).

Ключевые слова: бактериопланктон, микробиологические показатели, коэффициент сапробности, органическое загрязнение, рыбохозяйственные водоемы.

Интенсивное водопотребление, включая рыбохозяйственные цели, неизбежно приводит к нарушению внутриводоемных процессов. Микробное сообщество водоема, включая и бактериопланктон, относится к наиболее чувствительной части экосистемы с точки зрения изменения гидрологических, гидрохимических и гидробиологических показателей. Последний, представляет из себя сложное сообщество с разнообразными и постоянно сменяющимися видами микроорганизмов, которые группируются в водоёме по признакам экологического характера. Степень загрязнения водоёма органическими соединениями приводит к изменению условий среды обитания бактерий, в результате происходит замещение индикаторных видов, характеризующих экологическую особенность водоёма и содержание в нем органических веществ в определенной концентрации и стадии минерализации. Происходит динамика качественных и количественных показателей мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАНМ), которые относятся к группе, контролирующей естественное самоочищение водоемов. КМАФАНМ – наиболее распространенный тест на микробную безопасность, применяется повсеместно для оценки качества воды и свидетельствует о размножении микроорганизмов, в числе которых могут оказаться патогены для человека и объектов аквакультуры. В состав КМАФАНМ входят доминантные таксономические группы *Bacteria*, *Saccharomyces*, *Fungi*. От численности доминантов зависит интенсивность естественного самоочищения водоемов, степень обсемененности воды микрофлорой. Оптимальная температура для роста КМАФАНМ находится в диапазоне 35-37 °С (в аэробных условиях), а температурная граница роста – в пределах 20-45 °С. В лабораторных условиях показатель КМАФАНМ оценивается по количеству мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, выросших в виде видимых колоний на плотной питательной среде после инкубации при 37 °С в течение 24-48 часов.

Целью данного исследования явилось изучение микрофлоры воды форелевого хозяйства, территориально расположенного в Кондопожской губе Онежского озера. Исследования проводили в июле, августе, 2023 г. Места отбора проб воды устанавливали с учетом гидрометрических и морфометрических особенностей водоема и расположения садков: в центре садкового модуля и в зоне контрольного створа - на расстоянии 200-300 м от садков. Отбор проб воды выполняли в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ Р 56237-2014. Для характеристики степени загрязнения рыбохозяйственного водоема органическим веществом и определения функциональной активности бактериопланктона оценивали, как основные, так и интегрированные микробиологические показатели по данным И.Ю. Киреева (2009). К основным показателям относили общее микробное число (ОМЧ), число мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов и общее число спорных бактерий (ОЧС) по данным А.Ф. Антипчука (1979). Количество

бактерий различных групп определяли путем глубинного посева 1 мл исследуемой воды с использованием агаризованной питательной среды ГРМ (гидролизат рыбной муки) с последующим подсчетом выросших колоний по данным ряда авторов (Мельникова, Жвачкина, 1975). К интегрированным показателям относили коэффициент сапробности (Ксапр.), который рассматривали, как стандартную характеристику интенсивности процессов естественного самоочищения. Чем чище вода, тем больше разница между числом сапрофитов, установленным чашечным посевом, и общей численностью бактерий в планктоне. Расчет коэффициента сапробности (Ксапр) выраженного в % выполняли по формуле: $K_{сапр} = (N_{сапр} / N_{общ.}) \times 100$, где $N_{сапр}$ – число сапрофитов; $N_{общ.}$ – общее число бактерий по данным Н.В. Шеховцева (2011).

В результате выполненного микробиологического анализа, на момент исследования во всех вариантах отбора проб микрофлоры воды общая численность микроорганизмов не превышала 3 млн. клеток/мл, а численность сапрофитов 5 тыс. клеток/мл, что соответствует нормативам для воды рыбоводных хозяйств, отраженным в Отраслевом стандарте от 10.12.1987. Однако, зафиксировано изменение общей численности бактерий с глубиной. Так, на глубине 0.5 м общая численность бактерий в зоне садкового модуля составила 0.5×10^3 КОЕ/мл, на глубине 1.0 м – 0.7×10^4 КОЕ/мл, а на глубине 3 м – 0.2×10^3 КОЕ/мл. Число мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в зоне садкового модуля преобладало над аналогичным показателем в зоне контрольного створа в 4 и более раз. Также, в зоне садков установлено преобладание спорных бактерий в 2 раза по сравнению с контролем. По мере удаления садков от береговой линии отмечено увеличение количества мезофильных бактерий в 1.8 и 6 раз, соответственно. Снижение количества мезофилов до 0.9×10^2 КОЕ/мл соответствовало минимальному коэффициенту сапробности (28.1%), а увеличение до 0.4×10^4 КОЕ/мл – максимальному коэффициенту сапробности (64.6%).

Результаты выполненного исследования могут быть использованы в практике экологического мониторинга водных объектов рыбохозяйственного назначения, включая оценку влияния рыбохозяйственных водоемов на процессы бактериального самоочищения.

Список литературы

Антипчук А. Ф. Микробиологический контроль в прудовых хозяйствах. - Москва: Пищевая промышленность, 1979. - 145 с.

Киреева И. Ю. Применение микробиологических показателей в мониторинге водных объектов // Известия Самарском научном центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 1(3). С. 492-495.

Мельников В. Д., Жвачкина А. А. Водная микробиология: учебно-методическое руководство для студентов биологического факультета. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет имени О. В. Куусинена, 1975. - 100 с.

Отраслевой стандарт. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы. Приказ Министерства рыбного хозяйства от 10.12.1987.

Шеховцева Н. В. Экология водных микроорганизмов: методические указания. - Ярославль: Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, 2011. - 84 с.

Содержание микропластика в донных отложениях Мешинского залива в 2021 г.

К.А. Шевчук

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»), г. Казань
e-mail: kostya.shevchuk.2001@bk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования содержания микропластика в донных отложениях Мешинского залива, притока реки Кама. Представлено распределение частиц по форме, соотношение количества между нитями и гранулами.

Ключевые слова: микропластик, Мешинский залив, донные отложения.

Потребление пластмассовых изделий в мире постоянно растет (Cormier, 2021). В наше время пластик проник во все существующие отрасли: из него делают посуду, скальпели, жевательные резинки, протезы, денежные купюры, детали космических кораблей. Несмотря на большие объемы производства, пластик очень сложно утилизировать, и он накапливается в окружающей среде.

В экосистеме пластик разрушается под действием физических, химических факторов до микропластика (Kozlovskii, Blinovskaia, 2015). Микропластик в свою очередь смывается с поверхности вместе с годовыми стоками в водные объекты. В водной толще микропластик представляет опасность для гидробионтов при заглатывании и запутывании, что может привести к летальному исходу (Plastics - the Facts, 2018). Помимо летального исхода микропластик могут аккумулировать на себе токсичные элементы, накопление которых проходит по пищевой цепи (Yu Z. fu., 2021). В дальнейшем влияние может оказать и на человека.

В сентябре было отобрано 8 проб поверхностного слоя донных отложений Мешинского залива с помощью штангового дночерпателя (рис. 1).

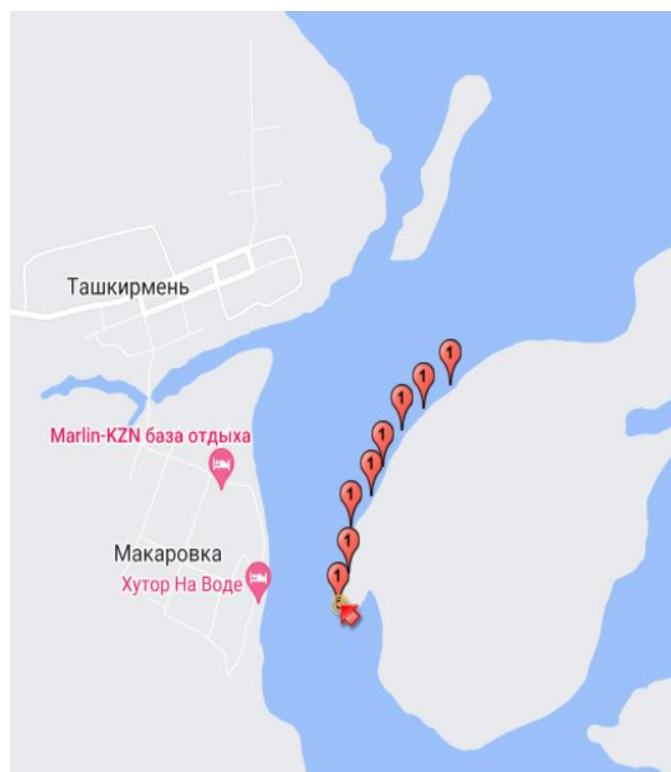


Рисунок 1. Места отбора проб донных отложений

Донные отложения представляют собой депонирующую среду, которая формируется за счет седиментации твердых частиц, в том числе частиц микропластика. Среднее содержание микропластика в пересчете на кг образца донных отложений составило $55,5 \pm 41,8$ (ед/кг).

Общее количество частиц микропластика во всех пробах (рис. 2) показало, что встречаемость гранул преобладает над количеством нитей и пленок.

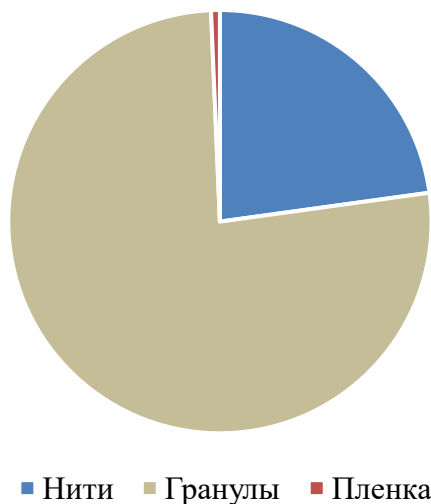


Рисунок 2. Распределение частиц микропластик (ед/кг) по виду во всех пробах

Проанализировав количество нитей во всех пробах донных отложений (рис. 3) также можем сделать вывод, что по количеству преобладают красные и синие нити.

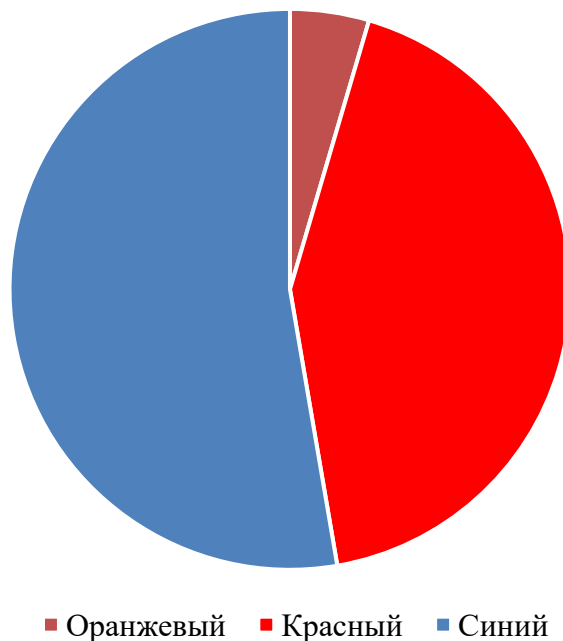


Рисунок 3. Распределение нитей микропластика (ед/кг) по цвету во всех пробах донных отложений

Таким образом, исследование показало, что микропластик в Мешинском заливе присутствует. Различия также наблюдались по форме и цвету, что может говорить о разных его источниках.

Список литературы

Cormier B. et al 2021. Chemicals sorbed to environmental microplastics are toxic to early life stages of aquatic organisms // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. -208 p.

Kozlovskii N.V., Blinovskaia J.Y. 2015. Microplastic is world ocean marcoproblem // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. No. 10. P. 159–162.

Plastics - the Facts. An analysis of European plastics production, demand and waste data. 2018 // *PlasticsEurope*. - 61 p.

Yu Z. fu et al. 2021. Sources, migration, accumulation and influence of microplastics in terrestrial plant communities // *Environmental and Experimental Botany*. – 192 p.

Некоторые данные по росту и питанию молоди нельмы *Stenodus nelma* (Pallas, 1773) при выращивании в рыбопитомнике «Ванзетурский сор»

А.В. Шерышова, А.А. Евсеева

Отдел «Ханты-Мансийский», Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Ханты-Мансийск
e-mail: hmvodbio@yandex.ru

Аннотация. Приведены данные по росту и питанию молоди нельмы в рыбопитомнике в 2021 и 2022 гг., выращиваемой в целях искусственного воспроизводства.

Ключевые слова: нельма, рыбопитомник, искусственное воспроизводство.

Хозяйственная деятельность человека и ННН-промысел оказывают негативное воздействие, приводящее к сокращению численности и, соответственно, репродуктивного потенциала сиговых рыб. Одним из способов поддержания и восстановлению их численности является искусственное воспроизводство.

Нельма *Stenodus nelma* (Pallas 1773) самый крупный и единственный хищный представитель сиговых рыб. Она характеризуется высокой пищевой ценностью и является желанным трофеем для всех рыбаков. Ее молодь выращивали в рамках реализации Программы по компенсации ущерба, наносимого водным биологическим ресурсам компаниями нефтегазового комплекса.

Цель исследования – определить эффективность выращивания молоди нельмы в регулируемом рыбопитомнике, дать рекомендации для улучшения показателей выживаемости и достижения более стабильных результатов при выращивании молоди сиговых.

«Ванзетурский сор» – рыболовный участок, закрепленный за Тюменским филиалом ФГБНУ «ВНИРО». На его акватории площадью 436 га можно подращивать до 50 млн мальков сиговых рыб навеской 1,5 г. Отличительной особенностью рыболовного участка является установленное на нем гидротехническое сооружение – дамба со шлюз-регулятором, что позволяет подращивать молодь рыб до необходимой для выпуска навески, невзирая на гидрологический режим реки Обь. Проводящиеся регулярно работы по мелиорации водоема снижают негативный пресс хищных и конкурентных в питании рыб.

Материал и методика. Отбор проб молоди рыб проводили с помощью малькового невода из безузловой дели длиной 10 м и ячеей 3 мм. Изучение молоди рыб осуществляли по следующим параметрам: видовой состав, число видов, размерные показатели молоди. Материалы по питанию молоди сиговых видов рыб обрабатывали стандартными количественно-весовыми методами (Руководство..., 1961; Методическое пособие ..., 1974; Методические рекомендации..., 1980).

Молодь нельмы на ранних стадиях питается планктоном, потом бентосом (Бухардинова, 2022). В двухлетнем возрасте переходит на хищное питание.

В 2021 г. сотрудники Тюменского филиала ВНИРО впервые выполнили экспериментальное зарыбление личинки нельмы в рыбопитомник «Ванзетурский сор». 13 мая ее в рыболовных пакетах доставили вертолетным транспортом из регионального рыбопитомника «Тобольский». Зарыбление произвели совместно с личинкой муксуна *S. tuxsun* (Pallas, 1814) и пеляди *S. peled* (Gmelin, 1788). В начале июля (06.07.2021 г.) был проведен учет подращенной молоди. В Обь-Иртышский бассейн выпустили 0,52894 млн мальков нельмы, средние показатели длины и массы тела которых за период подращивания (54 дня) составили 91,7 мм и 11,24 г, соответственно (табл. 1).

В 2022 г. рыбопитомник «Ванзетурский сор» личинкой нельмы был зарыблен 16 мая в количестве 8,113940 млн особей. Зарыбление выполнили совместно с личинкой муксуна. В

Обь-Иртышский бассейн 21.07.2022 г. выпустили 2,136953 млн молоди нельмы, которая за 67 дней в среднем подросла до 85,7 мм при массе 9,06 г (табл. 1).

Таблица 1. Динамика длины и массы тела молоди сиговых в р/п «Ванзетурский сор».

месяц	2021 год			2022 год		
	Дата	Средняя навеска, г	Средняя длина, мм	Дата	Средняя навеска, г	Средняя длина, мм
июнь	22.06	1,00	43,80	19.06	0,61	41,36
	28.06	4,44	69,00	29.06	1,94	61,06
июль	03.07	7,00	83,70	05.07	2,64	71,26
	06.07	11,24	91,70	09.07	4,75	84,53
				21.07	9,06	85,70

Молодь нельмы росла неравномерно. С начала июля у нее отмечается замедление линейного и весового роста, что связано с переходом от питания зоопланктоном на питание бентосом.

В рыбопитомнике молодь нельмы в основном питалась организмами зоопланктона и бентоса. Реже в пищевом коме отмечены отдельные мальки сиговых рыб. В конце июня 2021 г. молодь нельмы с длиной тела 6,5–7,5 см потребляла ветвистоусых рачков *Bythotrephes longimanus* и имаго различных двукрылых (Diptera). В июле спектр ее питания стал значительно разнообразнее. В пищевом коме присутствовали рачки *B. longimanus*, *Leptodora kindtii*, *L. frontosa*, *Diaptomus* sp., а также личинки двукрылых и имаго мух сем. Ephydriidae.

В начале июня 2022 г. молодь нельмы с длиной тела 4,5–5,0 см потребляла в основном крупных веслоногих (*Diaptomus* sp.) и ветвистоусых (*L. frontosa*, *B. longimanus*) рачков, в конце июня – имаго двукрылых, пиявок (Hirudinea) и молодь пеляди. В июле рацион молоди нельмы размером 9,0–10,5 см в основном состоял из имаго различных двукрылых, имаго и личинок поденок (Ephemeroptera), водных клещей (Hydrachnidia), а также крупных планктонных рачков *B. longimanus*, *L. frontosa*, *Diaptomus* sp. (табл. 2).

Таблица 2. Спектр питания молоди нельмы рыбопитомника «Ванзетурский сор».

Период	2021 г.	2022 г.
Июнь	сем. Ephydriidae (imago) <i>Bythotrephes longimanus</i>	<i>Diaptomus</i> sp. Diptera (imago) сем. Chironomidae (larvae, imago) <i>Limnoscida frontosa</i> <i>Bythotrephes longimanus</i> Hirudinea Coregonidae (единично)
Июль	<i>Bythotrephes longimanus</i> <i>Leptodora kindtii</i> <i>Limnoscida frontosa</i> <i>Diaptomus</i> sp. п/сем. Tanypodinae п/сем. Chironominae <i>Dicranota bimaculata</i> сем. Ephydriidae (imago) сем. Chironomidae (imago)	<i>Limnoscida frontosa</i> <i>Daphnia</i> sp. <i>Diaptomus</i> sp. <i>Bythotrephes longimanus</i> Chironomidae (larvae) Ephemeroptera (imago, larvae) Acarinae Coregonidae (единично)

Таким образом, рацион молоди нельмы в рыбопитомнике в основном состоял в месячном возрасте из крупных планктонных рачков, на втором месяце жизни – из бентосных организмов. В дальнейшем для полноценного роста нельме необходим доступный корм в виде живой рыбы (частик). По результатам исследований ряда авторов известно, что выращивать нельму в рыбопитомниках целесообразно до ее перехода на хищное питание (Жаков, 1964; Сонин 1967; Звенигородская 1971; Злоказов, Рудаков, 1975; Лютиков, 2014).

Зарыбленная личинка за короткий период подращивания в рыбопитомнике достигает навески, рекомендуемой к выпуску Программой по компенсации ущерба, наносимого водным биологическим ресурсам. Таким образом, нельму возможно использовать как объект компенсационных мероприятий.

Список литературы

Бухардинова М.В. 2022. Обзор данных по биологии нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773). Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. № 4. С. 90–102.

Жаков Л.А. 1964. Зависимость выживания интродуцируемых в озера сигов от численности окуня и щуки // Тр. X науч. конф. по внутрен. водоемам Прибалтики. Минск: Наука и техника. С. 31–38.

Звенигородская Г.С. 1971. Опыт выращивания кубенской нельмы в водоемах Валдайского рыбхоза // Матер. XVI конф. По изучению внутрен. водоемов Прибалтики. Петрозаводск: СевНИОРХ. С. 202–204.

Злоказов В.Н., Рудаков В.А. 1975. Опыт искусственного разведения обской нельмы. Тр. Новосиб. сельхоз. ин-та. 86. С. 25–26.

Лютиков А.А. 2014. Воспроизводство кубенской нельмы *Stenodus leucichthys nelma*. Вопросы рыболовства. № 2. С. 189–200.

Матковский А.К. 2019. Причины сокращения запасов полупроходных сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна. Вестник рыбохозяйственной науки. № 1(21). С. 27–48.

Методические рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчета рыбной продукции по кормовой базе в естественных водоемах. 1980. Л. 28 с.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. 1974. М., 254 с.

Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. 1961. М.: Изд-во АН СССР, 262 с.

Сонин В.П. 1967. Предварительные итоги акклиматизации нельмы в водоемах Карелии // Тр. Карел. отд. ГосНИОРХ. Т. 5. Вып. 1. С. 513–516.

Оценка генетического разнообразия стад русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) каспийской популяции семи осетровых рыбоводных заводов ФГБУ «Главрыбвод»

В.Д. Щербакова, А.Е. Барминцева, А.С. Сафронов

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: viktorina.shch@mail.ru

Аннотация. Проведено исследование аллельного и гаплотипического разнообразия стад производителей русского осетра, участвовавших в нерестовых кампаниях в 2015-2022 гг. Показана ежегодная однородность диаграмм распределения аллелей по 5 микросателлитным локусам для стад всех заводов. Гаплотипическое разнообразие, наблюдаемое в каждой нерестовой кампании, также является малоизменчивой характеристикой и схоже между заводами. Таким образом, на заводах, благодаря доместикации производителей осетровых рыб, успешно проведенной ранее, содержится генетически разнородное стадо, близкое по разнообразию к природной популяции русского осетра в Каспии. Единственным заводом, где авторами отмечено наименьшее аллельное разнообразие, а также периодические уменьшения гаплотипического разнообразия ниже среднего уровня по заводам, является Волгоградский ОРЗ, что может быть объяснено большим процентом рыб заводского происхождения, участвующих в нересте.

Ключевые слова: аллельное разнообразие, гаплотипическое разнообразие, искусственное воспроизводство

Численность осетровых рыб – уникальных представителей ихтиофауны Волжско-Каспийского бассейна – в XX веке была значительно сокращена из-за воздействия различных антропогенных факторов. Поддержанием численности природных популяций осетровых рыб Каспийского моря в настоящее время занимаются 7 осетровых рыбоводных заводов (далее ОРЗ) ФГБУ «Главрыбвод», осуществляющих выпуск подрощенной молоди русского осетра, белуги и севрюги в места естественного нереста (Судакова и др., 2018). С 2015 г. проводится ежегодный мониторинг для оценки эффективности деятельности ОРЗ по воспроизводству осетровых видов рыб. Оценивается количество выловленной в Каспийском море молоди, для которой устанавливается родительская пара производителей и завод, с которого был осуществлён выпуск (Щербакова и др., 2023). Масштабные исследования по генетическому мечению производителей, реализуемые в рамках программы, позволили накопить большой массив данных о генетическом разнообразии стад русского осетра, содержащихся на ОРЗ.

Изучение аллельного и гаплотипического разнообразия стад производителей русского осетра, участвовавших в нерестовых кампаниях в 2015-2022 гг., проводилось с целью получения гетерогенной молоди для выпуска в естественную среду. В таблице 1 представлен объем материала за все годы исследования. Некоторые особи за 8 лет участвовали в нересте два и более раз. В каждом нерестовом сезоне выборки со всех заводов были репрезентативными. Для генотипирования использовали контрольный регион мтДНК (Д-петлю) и ядерные маркеры - микросателлитные локусы: AoxD161, Afug41, Afug51, An20, AoxD165 (Щербакова и др., 2023).

Таблица 1. Количество прогенотипированных рыб с ОРЗ за 2015-2022 гг.

	Бертюльский	Сергиевский	Кизанский	Житнинский	Лебяжий	Александровский	Волгоградский
Самки	637	660	334	749	469	641	406
Самцы	119	187	88	288	124	218	137

Согласно полученным после обработки и обобщения данным, распределение частот аллелей микросателлитных локусов не имеет значительных различий, как между заводами, так и между выборками самок и самцов, и по уровню генетического полиморфизма схоже с природной популяцией русского осетра Каспийского моря. Исключение составляет только выборка из Волгоградского ОРЗ. При анализе числа и диапазона аллелей у этих рыб наблюдается сокращение числа редких аллелей по всем исследованным локусам на протяжении всех исследованных нерестовых кампаний. Это может быть связано с тем, что в каждой нерестовой кампании с этого завода принимает участие большое количество особей заводского происхождения, то есть, выращенных «от икры». Такие выборки более инбредны, чем выборки, полученные от доместичированных производителей, что негативно сказывается на аллельном разнообразии получаемой молоди.

Гаплотипическое разнообразие (H_o), посчитанное для стад самок на различных заводах относительно невелико и мало отличается от завода к заводу (0,23-0,31) (табл. 2). Однако, ежегодная оценка этого показателя только для самок, которые принимают участие в нерестовой кампании, показывает гораздо более высокое значение (0,51-0,84). Такое значительное различие H_o всего стада и совокупности рыб, участвующих в нерестовой кампании, может происходить по двум причинам. Во-первых, в нерестовой кампании отдают предпочтение созревшим доместичированным особям, заведомо более генетически разнородным, чем рыбы заводского происхождения. Во-вторых, достижение половой зрелости и последующие созревания одновозрастных групп рыб заводского происхождения, которые часто являются близкородственными и имеют один и тот же мтДНК гаплотип (что сильно снижает показатель H_o), происходит не одновременно. Единовременного созревания в один год большого количества рыб с одинаковым гаплотипом не наблюдается. Именно поэтому ежегодные показатели H_o принимают стабильно высокие значения на заводах ($H_o > 0,6$), что является очень хорошим показателем для успешности проведения искусственного воспроизводства. Лишь в некоторые годы наблюдается чуть меньшее гаплотипическое разнообразие у рыб Волгоградского ОРЗ, что может быть объяснено попаданием на нерест большого количества производителей заводского происхождения.

Важной генетической характеристикой маточных стад является наличие уникальных гаплотипов мт-ДНК, имеющих только у рыб конкретного завода. Идентификация мт-ДНК гаплотипа самок имеет высокую информационную значимость для целей генетического мечения выпускаемого потомства и значительно повышает эффективность используемой панели генетических маркеров. При обнаружении молоди с уникальным гаплотипом возможно сразу определить ОРЗ, с которого эта молодь была выпущена. Относительное количество уникальных гаплотипов каждого завода приведено в таблице 2. Наибольшее количество уникальных последовательностей нуклеотидов мт-ДНК отмечено на Александровском и Житнинском ОРЗ, минимальное число – на Лебяжьем ОРЗ.

Таблица 2. Характеристика гаплотипического разнообразия стад.

ОРЗ	Количество уникальных гаплотипов	Относительное количество уникальных гаплотипов	Гаплотипическое разнообразие всего стада	Гаплотипическое разнообразие в один нерестовый сезон
Лебяжий	6	0,013	0,28	0,73
Кизанский	7	0,021	0,31	0,84
Волгоградский	16	0,039	0,29	0,51
Бертюльский	15	0,024	0,24	0,84
Сергиевский	18	0,029	0,28	0,77
Житнинский	19	0,025	0,23	0,7
Александровский	24	0,037	0,25	0,63

Авторами отмечено, что 31,2% всех гаплотипов является уникальным, и они присущи рыбам только одного из заводов (табл. 3). Дальнейшее процентное распределение частоты встречаемости общих гаплотипов между заводами является ожидаемым, оно уменьшается с

увеличением числа заводов, т.к. в момент отлова производителей с целью доместикиации достаточно сложно отобрать схожих по гаплотипу рыб и распределить их по всем ОРЗ.

Общее количество обнаруженных гаплотипов на всех исследуемых ОРЗ – 337, что составляет 81,4% от всех последовательностей каспийского русского осетра, занесенных в реестр мтДНК гаплотипов ФГБНУ «ВНИРО». Это говорит об успешности проводимых мероприятий по доместикиации, в результате которых были созданы стада с очень высоким генетическим полиморфизмом, немного уступающим природной популяции осетров, существовавшей в конце прошлого века на Каспии.

Таблица 3. Распределение количества гаплотипов по встречаемости на заводах.

Количество заводов, где встречается гаплотип	Количество гаплотипов	%
только на 1	105	31,2
на 2	73	21,7
на 3	47	13,9
на 4	26	7,7
на 5	30	8,9
на 6	30	8,9
На всех 7	26	7,7
	Всего гапл.: 337	

Таким образом, по результатам ежегодных исследований в 2015-2022 гг. отмечено, что на шести заводах (Александровский, Бертюльский, Кизанский, Житнинский, Лебяжий, Сергиевский) наблюдается высокий генетический полиморфизм используемых маточных стад. На Волгоградском ОРЗ отмечена некоторая потеря генетического разнообразия по ядерным и митохондриальным маркерам. Это может быть связано с использованием в нерестовых кампаниях на этом заводе большого числа производителей, выращенных «от икры». Анализ гаплотипического разнообразия, проводимый ежегодно в каждую нерестовую кампанию, показал небольшую изменчивость этой характеристики между заводами. Определен достаточно большой процент уникальных гаплотипов, способствующих более простой идентификации принадлежности молоди к конкретному заводу.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что на 7 ОРЗ, осуществляющих искусственное воспроизводство каспийской популяции русского осетра, содержится разнородное стадо, близкое по генетическому разнообразию к природной популяции. Это способствует успешному проведению нерестовых кампаний, уменьшению вероятности близкородственного скрещивания при искусственном осеменении и получению наиболее жизнеспособного потомства, которое в будущем составит основу популяции русского осетра в Каспийском море.

Список литературы

Судакова Н. В., Микодина Е. В., Васильева Л. М. 2018. Смена парадигмы искусственного воспроизводства осетровых рыб (*Acipenseridae*) в Волжско-Каспийском бассейне в условиях дефицита производителей естественных генераций. Сельскохозяйственная биология. – Т. 53. – №. 4. – С. 698-711.

Щербакова В.Д., Барминцева А.Е., Сафронов А.С. 2023. Оценка вклада каспийских осетровых рыбоводных заводов ФГБУ «Главрыбвод» в пополнение природной популяции русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) в 2022 г. с применением генетических методов // Сборник трудов конференции «РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ». – С. 311-316.

XI международная научно-практическая конференция
молодых учёных и специалистов

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

25-26 сентября 2023 года, г. Москва

Издательство ВНИРО
105187, Москва, Окружной проезд, 19
Тел.: +7 (499) 264-65-33
Факс: +7 (499) 264-91-87