

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



X международная научно-практическая конференция
молодых учёных специалистов

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

10-11 ноября 2022 года

г. Москва

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт

рыбного хозяйства и океанографии»

(ФГБНУ «ВНИРО»)

X международная научно-практическая конференция молодых учёных

и специалистов

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

10-11 ноября 2022 года, г. Москва

Москва

Издательство ВНИРО

2022

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 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.

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



Уважаемые участники X 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.

X международной научно-практической конференции 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.

Уверен, что эта, уже десятая по счету конференция молодых ученых во 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

Осетроведение и аквакультура

Влияние процессов резорбции ооцитов на рыбоводно-биологические характеристики икры и молоди стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus 1758)	16
А.А. Арчибасов	
Рост внутривидового гибрида сибирский осетр× амурский осетр на первом году выращивания в условиях УЗВ	20
А.А. Арчибасов	
Принципы внедрения ESG-отчётности в аквакультуре	23
А.А. Бобкова, А.И. Никифоров	
Гистологическая характеристика развития половых клеток в сперматогенезе сибирского осетра <i>Acipenser baerii</i> (Brandt, 1869).....	26
А.И. Валягина	
Оценка влияния пропуска нереста на рыбоводно-биологические характеристики потомства сибирского осетра <i>Acipenser baerii</i> (Brandt, 1869)	29
А.П. Воробьев	
Сравнительная характеристика рыбоводно-биологических показателей повторно созревающих самцов сибирского осетра	32
А.П. Воробьев	
Опыт запуска систем биоочистки для культивирования австралийского красноклешневого рака	35
А.А. Глазунов, Д.С. Загорская, Н.П. Ковачева, Р.Р. Борисов, Д.С. Печёнкин	
ТОП-5 моллюсков класса <i>Bivalvia</i> в мировой аквакультуре	39
А.М. Дегтярь, А.И. Никифоров	
Рост и размерно-возрастная структура стерляди (<i>Asipenser ruthenus</i> L.) р. Молога Вологодской области в условиях её реакклиматизации	42
А.А. Игнашев, Борисов М.Я.	
Оценка стабильности развития русского осетра (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>), выращенного с использованием разных технологий выращивания.....	45
Илюшина П.С., Елизарова А.С., Бригида А.В.	
Эффективность рыбоводных мероприятий по искусственному воспроизводству байкальского омуля (<i>Coregonus migratorius</i>) на Большереченском рыбоводном заводе	48
А.Е. Коркина	
Коррекция физиологического состояния осетровых рыб при потере массы в условиях садковых хозяйств.....	51
А.О. Королев, А.В. Конькова, А.В. Поляков, Д.В. Пьянов	
Морфофизиологическая характеристика реципрокных гибридов калуги и стерляди в возрасте от сеголеток до трёхлеток	54
В.А. Свицерский, А.В. Корнилова	
Особенности эмбрионального развития бестера разных поколений селекции	58
Д.С. Сухарев, А.С. Сафронов	
Гистопатологическая оценка состояния жаберного аппарата молоди кумжи при искусственном выращивании	60
Н.Ю. Терпугова, И.В. Бурлаченко, А.В. Согрина	
Характеристика стад русского осетра (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i> Brandt, 1833) 2010 года доместикации, содержащихся на осетровых рыбоводных заводах Астраханской области.....	62

В.Д. Щербакова, А.С. Сафронов, А.Е. Барминцева	
Характеристика образцов половых продуктов самцов осетровых видов рыб, собранных для пополнения коллекции низкотемпературного генетического банка	65
Е.П. Яковлева, Е.Г. Макарова, Н.В. Козлова, К.В. Ковалёв, В.В. Барина	
Ихтиология и генетика рыб	
Влияние температурного режима на развитие сома европейского (<i>Silurus glanis</i> L.) в раннем онтогенезе	70
Я.В. Александров, А.Н. Богачев	
Некоторые данные о питании и распространении японского морского леща <i>Brama japonica</i> северо-западной части Тихого океана	74
А.О. Безверхняя, Д.С. Курносов, В.И. Поляничко	
Влияние комбикормов с растительными маслами на темпы роста и жирнокислотный состав липидов радужной форели	77
С.В. Биндюков, Р.В. Артемов, Ю.А. Баскакова	
Применение морфологических маркеров в детерминации локальных стад кеты <i>Oncorhynchus keta</i>	80
К.Е. Бырылова, П.Б. Михеев, М.Д. Польшгалова	
Стадии анемии у двухлеток муксуна (<i>Coregonus muksun</i>), выращенного на искусственных кормах при повышенной температуре воды	83
М.М. Вылка	
Оценка состояния здоровья тупорылого трахинота и желтого групера авоара Южно-Китайского моря	86
Ю. Гао, П. Цзан	
Характеристика роста окуня (<i>Perca fluviatilis</i>) в Чограйском водохранилище	89
Э.И. Гиталов, Г.И. Карнаухов	
Оценка влияния температурных показателей на формирование численности в разные периоды жизни горбуши западного и восточного побережий Камчатки	92
Н.А. Дедерер, Е.А. Шевляков	
Оценка внутривидового состава региональных группировок молоди кеты (<i>Oncorhynchus keta</i>) в бассейне Охотского моря осенью 2019 г.	95
А.Д. Денисенко, О.А. Пильганчук, О.В. Зикунова, У.О. Муравская, В.В. Савенков, Н.Ю. Шпигальская	
Особенности освоения запасов донных рыб в январе-августе 2020-2022 гг. в Северо-Охотоморской промысловой подзоне Охотского моря	98
Ю.А. Елатинцева, Ю.К. Семенов, А.А. Смирнов	
Состояние любительского рыболовства на участке Горьковского водохранилища в границах Нижегородской области	101
Р.К. Катаев	
Гаплотипический состав выборок ряпушки <i>Coregonus albula</i> L. из водных объектов Северо-Западного региона России	105
М.Н. Киселева, Д.К. Митрюшкина, К.В. Вульф	
Состояние запасов и промысла скумбрии в тихоокеанских водах России и Японии в 2020-2021 гг.	108
И.А. Контарёва	
Региональная идентификация молоди горбуши бассейна Охотского моря по RFLP- и SNP-маркерам	111

А.И. Косицына, Д.А. Зеленина, Н.Ю. Шпигальская, А.А. Сергеев, В.А. Сошнина, У.О. Муравская

Видовое разнообразие и относительная численность сеголеток рыб в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища 115
А.В. Кузюк, К.В. Майданов

Установление нормообразующих показателей уловов судака и леща Куршского и Калининградского (Вислинского) заливов с целью обеспечения рационального производства рыбной продукции 118
И.О. Морозов, В.А. Галдукевич, М.Л. Винокур, А.В. Андрюхин

Размерно-весовые показатели промысловых видов камбал (*Pleuronectidae*) тихоокеанских вод Камчатки 122
Р.Т. Овчеренко, Ю.К. Курбанов

Возможно ли использование количественных признаков молоди кеты *Oncorhynchus keta* для определения промыслового возврата особей искусственного и естественного происхождения 126
М.Д. Польшгалова, Н.В. Костицына, П.Б. Михеев

Особенности распределения и суточных вертикальных миграций тихоокеанских лососей в приалеутских водах Тихого океана в зимний период 2022 г. по данным гидроакустических измерений 129
В.И. Поляничко, А.А. Сомов

Ихтиофауна Гилевского водохранилища (по материалам исследований 2010-2022 гг.) 133
Г.А. Романенко, И.Ю. Теряева

Характеристика уловов рыболовов-любителей на Чебоксарском водохранилище в границах Нижегородской области 136
А.В. Сметанина, Р.К. Катаев

Оценка эффективности нереста речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) в Куйбышевском водохранилище 139
Т.А. Тележникова, Ю.А. Северов

Современное состояние гонадо- и гаметогенеза аляскинского шипощёка *Sebastes alascanus* Bean, 1890 142
Н.Ю. Терпугова, К.А. Жукова, А.В. Согрина

Результаты изучения влияния любительского рыболовства на состояние водных биоресурсов водоемов Волго-Ахтубинской поймы в границах Волгоградской области 145
А.А. Филипенко, А.Н. Наumenко, Н.В. Куценко

Формирование элементного состава желчи некоторых морских и пресноводных видов рыб в зависимости от особенностей питания 148
А.В. Шокурова, О.В. Анищенко, Е.Н. Кашинская, М.М. Соловьев

Дифференциация стерляди (*Acipenser ruthenus* L., 1758) Европы и Западной Сибири по данным митохондриальной ДНК 151
В.Д. Щербакова, А.Е. Барминцева, Н.С. Мюге

Бентос, планктон, промысловые беспозвоночные и водоросли

Зообентос крупных озер Омской области 155
Т.А. Балацкая Л.С. Визер, П.С. Балацкий, Е.В. Пищенко

Современное состояние ресурсов двустворчатого моллюска мерценарии Стивенса *Mercenaria stimpsoni* (Gould, 1861) у берегов Приморья (Японское море) 157
Р.В. Власенко

Видовой состав ручейников (Trichoptera) в водоеме-охладителе Тюменской ТЭЦ – 1 161

А.Г. Герасимов, А.А. Герасимова, Т.А. Шарапова	
Количественные показатели фитопланктона Камского плеса Куйбышевского водохранилища в осенний период 2020 - 2021 гг.	164
Л.Г. Гречухина, О.С. Любина	
Состояние фитопланктона озёр Галичское и Чухломское (Костромская обл.) за период 2012–2022 гг.	167
Д.А. Журова, Е.Л. Воденеева	
Вегетация фитопланктона дельты реки Волги в весенний период.....	170
Т.Н. Зими́на, А.Г. Ардабьева	
Инвазионные виды зообентоса на территории Вологодской области.....	172
К.Н. Ивичева, И.В. Филоненко	
О функциональной роли морских трав рода <i>Zostera</i> в формировании бентосных сообществ в некоторых районах залива Петра Великого (Японское море).....	175
А.Д. Калчугина, Л.В. Жильцова	
Запасы японского гребешка <i>Chlamys farreri</i> (Bivalvia, Pectinidae) в заливе Петра Великого (Японское море)	178
Д.Т. Карпенко	
Пространственное распределение и биологические характеристики северной (<i>Pandalus eous</i>) и углохвостой (<i>Pandalus goniurus</i>) креветок Северо-западной части берингова моря.....	181
Д.А. Кротова	
Состояние популяций артемии и среды обитания в гипергалинных озерах Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областей в летний период 2022 года	185
К.В. Куцанов, А.Г. Герасимов, Е.В. Бражников, Л.Ф. Разова	
К возможному влиянию тралового промысла углохвостой креветки на численность пополнения синего краба в северо-западной части Татарского пролива (Японское море) ...	188
В.С. Лукьянов, А.В. Харитонов, Д.Н. Юрьев	
Современное состояние сырьевой базы и промысла беспозвоночных внутренних вод	190
О.А. Мазникова	
Актуализация подходов к оценке запасов и расчету рекомендованного вылова артемии и артемии (на стадии цист) (виды рода <i>Artemia</i>)	193
О.А. Мазникова, Г.В. Лукерина, А.В. Паршин-Чудин, К.В. Куцанов	
Таксономическая структура и уровень развития фитопланктона Яндовой Губы Белого моря в 2017–2021 гг.	196
Е.В. Медведева, И.Ю. Македонская	
Состав и распределение макробентоса открытой прибойной бухты Пограничная острова Попова (Японское море).....	200
С.А. Нужденко	
Плотность посадки склерактиниевых кораллов и структура сообществ макросимбионтов..	203
Р.А. Петроченко, Ф.В. Лищенко, Т.А. Бритаев	
Результаты рекогносцировочных исследований малых озер Алтайского края.....	206
Я.С. Пяткова, Г.В. Лукерина, Т.О. Ронжина, Г.Д. Толкушкина, Д.А. Сурков	
Зоопланктон реки Ока (Нижегородская область) в 2018-2021 гг.	209
Т.Р. Самохвалова	
Современное состояние зообентоса рек Коршуниха, Гандюха, Усть-Илимского водохранилища и его Коршуновского залива.....	211
К.В. Слугина, Е.С. Колпакова	

Распределение и размерный состав сальпы по данным исследований в 69-м рейсе СТМ «Атлантида» в 2020 г.	213
А.М. Сытов, Д.А. Козлов, С.В. Попов	
Определение индивидуального возраста <i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846) с использованием статолитов	216
О.А. Хорошутина, Ф.В. Лищенко	
Многолетняя динамика зоопланктонного сообщества в озере Салтаим-Тенис Омской области	219
Ю.В. Шаруха, Л.С. Визер, П.С. Балацкий	
Паразитология	
Паразитофауна плотвы <i>Rutilus rutilus</i> (Pallas) реки Парабель, Томской области.....	223
А.А. Дайтхе, А.В. Цапенков	
Видовое разнообразие <i>Diplostomum</i> spp. (Trematoda, Diplostomidae), паразитирующих в рыбах разнотипных озёр России методом ДНК-баркодирования	225
Г.В. Изотова, П.Г. Власенко, Е.Н. Кашинская, М.М. Соловьев	
Паразитофауна рыб некоторых водоемов в районе ЗБС МГУ в 2022 году	228
К.О. Лукин, Р.Д. Родионов, Ю.О. Юрченко, Р.В. Миронов, А.А. Смолина, И.И. Гордеев	
К вопросу о состоянии паразитофауны серебряного карася из Новосибирского водохранилища.....	232
А.В. Морозко, Е.Э. Сотникова, М.А. Дорогин	
Роль проточности в профилактике и лечении ихтиофтириоза, вызываемого <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> в условиях аквакультуры и аквариумистики.....	235
А.А. Новиков	
Ихтиопатологические исследования промысловых рыб западной части Берингова моря в 2019 и 2022 годах	238
А.В. Согрина, Т.Н. Сивкова, Н.Ю. Терпугова, Е.В. Ведищева	
Паразитологическое исследование <i>Boreogadus saida</i> Lerechin, 1774 морей российской Арктики.....	241
А.В. Согрина, О.А. Мазникова, Е.В. Ведищева	
Эпизоотическая ситуация в озере Телецкое Республики Алтай по результатам исследований в 2021 году	243
И.Ю. Теряева, В.И. Щербаков, Г.А. Романенко, С.А. Осипов	
Паразиты атлантического лосося (<i>Salmo salar</i> L.) бассейна р. Кола и р. Тулома в 2022 г.	246
К.А. Хайдаров, Н.Ю. Терпугова	
Краткие результаты ихтиопатологических исследований в товарных карповых хозяйствах юга России	250
В.Н. Хорошельцева, Т.В. Стрижакова, А.А. Керимова	
Структурные изменения цестодофауны карповых рыб в дельте Волги.....	253
Д.Р. Юлдашева, А.П. Калмыков, С.А. Власенков, Р.Н. Тулендеев, М.М. Газиев, А.В. Конькова	
Токсикология, микробиология и вирусология	
Результаты диагностики инфекционных заболеваний рыб Байкальского рыбохозяйственного бассейна методом молекулярно-генетического анализа.....	257
М.В. Аксёнова, Т.А. Краснопёрова, Я.А. Капустина	
Влияние природных факторов на численность сапротрофных и нефтеокисляющих бактерий в северной части Каспийского моря	260
Д.Г. Баубекова, В.В. Проскурина, Е.А. Воронина	

Влияние различного типа засоления и температуры среды на выживаемость личиночной стадии развития речного окуня	263
Ю.В. Вяткина, П.Б. Михеев, К.С. Якубова, М.А. Бакланов	
Бактерии рода <i>Bacillus</i> , изолированные из кишечника молоди нерки, (<i>Oncorhynchus nerka</i>) и их взаимодействие с патогенами рыб <i>in vitro</i>	265
В.В. Гончарова, Г.Д. Тетушкина	
Сравнительная оценка накопления кадмия и ртути в рыбах Весёловского водохранилища и нижнего течения реки Дон	268
Л.Г. Горгола, И.В. Кораблина, Т.О. Барабашин	
Биотестирование в зависимости от времени суток	272
А.М. Лазарева, В.И. Ипатова	
Бактериальные заквасочные культуры – основа для разработки пробиотических рыбных продуктов	275
Е.В. Лаврухина, Н.Ю. Зарубин, О.В. Бредихина, А.И. Гриневиц	
Влияние фракций гуминовых кислот с разной молекулярной массой на выживаемость и трофическую активность <i>Daphnia magna</i>	280
М.В. Журавлева, О.В. Воробьева	
Влияние нерудных добычных работ на водные биоресурсы нижней Томи в районе разработки песчаных грунтов Томской области	283
А.С. Кондратюк, Л.Л. Поротникова, С.Е. Байльдинов, А.В. Цапенков	
Генотоксические эффекты в клетках крови рыб при воздействии бензола в воде дельты Волги	287
А.В. Конькова, Д.Р. Файзулина, Ю.М. Ширина, И.А. Богатов	
Цианобактерии в планктоне крупных водоемов Вологодской области (2016–2021 гг.)	291
Н.Н. Макаренкова	
Оценка качества поверхностных вод озера Большой и Малый Виллой в 2021-2022 гг.	295
М.А. Походина	
Микробиологические показатели рыб южной Ладоги: сезонные и межгодовые изменения	298
А.С. Прищепа, О.И. Репина, Е.М. Соловьева, А.А. Быстрова	
Влияние диспергированных полимерных материалов на жизненные показатели пресноводных ракообразных <i>Daphnia magna</i>	301
А.Н. Рак, Д.М. Гершкович	
Донные отложения, как информативный показатель качества вод Авачинской бухты	304
В.А. Русанова, М.А. Походина	
Влияние пробиотического препарата «Экофлор» на биохимические показатели крови рыб	307
Ю.А. Сергина, А.Д. Жандалгарова, Ю.В. Сергеева, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску	
Определение качества вод разнотипных озер Якутии по биотическим индексам	310
Л.И. Сидорова	
Воздействие эллаготанинов на антибактериальную активность сыворотки крови радужной форели	316
А.С. Соколова, Д.В. Микряков, Т.А. Суворова, С.В. Кузьмичева	
Сравнение эффективности метода ифа для диагностики вируса ингт с применением компонентов российского производства и зарубежного коммерческого набора	319
В.Е. Тарасов, С.Л. Рудакова, Е.В. Бочкова, А.О. Шепеляковская	
Состояние р. Волга в пределах Волгоградской области по гидробиологическим показателям	322
А.М. Щукина, Ю.В. Басько, Е.В. Випхло, В.П. Горелов	

Влияние различного типа засоления на выживаемость икры речного окуня в зависимости от стадии ее развития 325

К.С. Якубова, П.Б. Михеев, Ю.В. Вяткина, М.А. Бакланов

Технология

Установление выхода готовой продукции при производстве неразделанного мороженого морского гребешка, добываемого в Северо-Курильской промысловой зоне 329

А.Ю. Антосюк, В.В. Мальцева

К обоснованию температур подмораживания рыбы 332

Е.Д. Биндюкова, Л.О. Архипов

Управление качеством гелеобразующих полисахаридов, экстрагируемых из *Ahnfeltia plicata* Белого моря 335

Т.А. Игнатова, А.В. Подкорытова

Оценка эффективности различных типов орудий добычи (вылова) тихоокеанских лососей 338

И.Г. Истомин, И.И. Гордеев

Добровольная сертификация, как гарантия качества безопасности продукции из водных биоресурсов 342

А.А. Каширина, А.Н. Науменко, И.А. Андреева, О. Прошкина

Продукция вермикультуры как полноценный корм для рыб в условиях импортозамещения в России 345

А.Г. Марданов, Э.Ф. Костина

Объем и структура выпуска продукции из минтая в 2010-2020 гг. 348

А.О. Павлова

Характеристика минтая как перспективного сырья для специализированных продуктов питания детей школьного возраста с сахарным диабетом I типа 351

Е.А. Саввина, Е.Ю. Поротикова

Изменения разрывной нагрузки и удлинения канатов в процессе их хранения в различных условиях 355

А.Е. Савченко

Безопасность и качество рыбных риегов 358

С.А. Соловьева

Биохимическая характеристика фукусовых водорослей Белого моря, рекомендации по их использованию 361

А.Н. Рощина, А.В. Подкорытова

Проблемы цифровизации стандартов на пищевую рыбную продукцию 366

Н.Н. Харченко, Ю.Р. Герлова, Е.С. Беломытцева

Опыт применения дигидрокверцетина при производстве снеков из кильки каспийской обыкновенной 370

Н.Н. Харченко, Е.Н. Романенкова

Влияние способа изготовления пресервов специального посола из хамсы на качество продукции 373

Д.В. Штенина, Л.М. Есина, Л.А. Горбенко

Исследование посола медуз *Rhizostoma pulmo* с использованием дубильных веществ чая .. 377

Д.В. Штенина, Л.М. Есина, И.А. Белякова, З.Е. Ушакова

Океанология и гидрология

Сезонная и межгодовая изменчивость поля потока длинноволнового излучения в дальневосточных морях 381

Д.М. Ложкин, Г.В. Шевченко

Ветровой апвеллинг у юго-западного побережья острова Сахалин	384
В.Е. Марыжихин, Г.В. Шевченко	
Влияние прилива на водообмен через пролив Лаперуза	387
В.Е. Марыжихин, Г.В. Шевченко	
Первичная продукция в эстуарии р. Киевка в весенний сезон.....	390
А.С. Курносова, М.А. Шульгина	
Особенности уровня и температурного режимов озера Белое в весенне-летний период 2022 года и их влияние на естественное воспроизводство водных биоресурсов.....	394
Е.С. Попета, А.Ф. Коновалов	
Анализ изменений параметров зимнего теплового баланса Баренцева моря.....	397
А.А. Сумкина, К.К. Кивва, В.В. Иванов	
Другие рыбохозяйственные исследования	
Международное рыбохозяйственное сотрудничество в условиях резко меняющейся политической и эпидемиологической обстановки	400
Д.И. Гладков, И.Е. Хованский, А.А. Смирнов	
Значение инвестиций как фактора развития рыбохозяйственного комплекса России	403
М.А. Горбунова	
Экономическая оценка предосторожного подхода в освоении запасов минтая.....	406
А.А. Городничев	
Структура базы данных ГИС Цимлянского водохранилища	409
А.И. Кочеткова, Е.С. Брызгалина	
Типология экономических экосистем.....	412
Е.Н. Стурова	

Секция

Осетроведение и аквакультура

Влияние процессов резорбции ооцитов на рыбоводно-биологические характеристики икры и молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus 1758)

А.А. Арчибасов

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
Московская область, пос. Рыбное, Россия
E-mail: micropunctum@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты эксперимента по получению потомства от двух групп самок стерляди. Контрольная группа состояла из ежегодно нерестующих самок, экспериментальная группа прошла процесс резорбции и сформировала зрелые половые продукты за один вегетационный период. В ходе опыта также проводилась сравнительная оценка размерно-массовых характеристик полученной молоди

Ключевые слова: стерлядь, резорбция, икра, молодь, индустриальная аквакультура

В настоящее время запасы осетровых видов рыб во многих регионах находятся в опасности - как и десятки лет назад. Еще в прошлом столетии ученые и практики начали прилагать усилия по сохранению этих рыб в естественном ареале обитания (Бурцев, 2015). Располагая современными технологиями, эта цель может быть достигнута в ближайшем будущем. Для этого следует уделить особое внимание биологическим циклам размножения, биотехнологии получения жизнестойкого посадочного материала и получения товарной продукции в условиях индустриальной аквакультуры.

В настоящее время изучены и отработаны технологии и процессы от получения половых продуктов до формирования ремонтно-маточных стад в условиях УЗВ и других типов индустриальных хозяйств (Подушка, 2000; Ширяев и др., 2001; Корчунов и др., 2011). При этом спрос на деликатесную продукцию осетровых рыб не уменьшается, а природные популяции до сих пор уничтожаются. Для более эффективной работы рыбоводных хозяйств необходимо освоить пути управления процессами созревания производителей.

Одним из естественных явлений в природе является резорбция зрелых ооцитов. Это может происходить из-за нарушения гидрологического и гидрохимического режимов в преднерестовый период, в том числе возникновения стрессовых ситуаций и ряда других причин. Все эти факторы могут приводить к процессам резорбции и пропуску нереста зрелыми производителями. К резорбции могут привести также аномалии развития гонад, резкое уменьшение их размеров относительно нормы затрудняет нормальное развитие половых продуктов. Хотя резорбция икры и является естественным процессом, но на практике стараются ее не допускать. В настоящее время, по устным заявлениям рыбоводов различных индустриальных хозяйств, считается, что резорбционные процессы приводят к сильному снижению качества половых продуктов у самок, а также могут послужить причиной гибели зрелых особей.

Объектом для проведения оценки влияния процессов резорбции на качество ооцитов были выбраны самки стерляди волжской популяции генерации 2009 года, содержащиеся в условиях хозяйства индустриального типа. От контрольной группы самок икру получали ежегодно, в то время как экспериментальная группа пропустила 1 нерестовый период и сформировала половые продукты на следующий год. Самки обеих групп рыб находились в идентичных условиях в течение всего вегетационного периода. Сумма тепла за этот период составила 6119 градусо-дней. Все работы были выполнены на базе отдела «Конаковский» филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»). Рыбоводно-биологические характеристики самок и полученной от них икры представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рыбоводно-биологические характеристики контрольной и экспериментальной групп стерляди и полученных половых продуктов

Чип, показатели	Масса, кг		Количество икры			Оплодотворяемость, %	Развитие на стадии желточной пробки, %	Количество предличинки	
	самки	икры	в 1 г. шт.	рабочая плодовитость.	относительная плодовитость, тыс. шт./кг			тыс. шт.	%
Контрольная группа									
593	2,48	0,2	102	20,4	8,22	76,7	72	10	50
8930	2,34	0,25	117	29,25	12,5	84,3	71	10	34,5
1271	3,02	0,2	122	24,4	8,07	92,8	85	9	37,5
5824	2,52	0,3	108	32,4	12,85	79,8	55	2	6,3
6219	3,04	0,3	103	30,9	10,16	88,4	80	9	29
M	2,68	0,25	110	27,47	10,36	84,4	72,6	8	31,4
±m	0,28	0,04	7,28	4,05	1,85	4,96	7,92	2,4	11,05
CV, %	12	20	8	18	22	8	16	42	51
s	0,33	0,05	8,79	4,97	2,27	6,46	11,4	3,4	16,0
Экспериментальная группа									
5730	2,86	0,3	117	35,1	12,27	86,2	83	12,5	37,5
3524	2,12	0,1	113	11,3	5,33	89,5	77	9,5	86,4
5099	2,52	0,2	112	22,4	8,88	64,3	43	8,5	38,6
4577	2,02	0,1	108	10,8	5,34	91,3	2	–	–
7499	1,8	0,2	104	20,8	11,55	85,1	82,4	10	47,6
M	2,26	0,18	111	20,1	8,67	83,3	57,5	10,1	52,5
±m	0,34	0,06	3,84	7,22	2,67	7,59	27,98	1,18	16,94
CV, %	19	46	4	49	38	13	61	17	44
s	0,42	0,08	4,97	9,93	3,30	10,9	35,1	1,7	23,0

Анализируя полученные данные сложно выявить закономерность в изменениях, связанных с количеством и качеством половых продуктов, за исключением повышенной выживаемости на стадии желточной пробки у экспериментальной группы относительно контрольной группы. Можно сделать предположение, что на качество и количество продуцируемых половых продуктов в большей степени влияют индивидуальные особенности самок, чем фактор прохождения процессов резорбции.

Также в ходе эксперимента был проведен статистический анализ массы икринок на разных этапах ее развития: на стадии не оплодотворенной икры, 4-х бластомер, желточной пробки и на стадии подвижного эмбриона. Минимальное количество икринок для расчета статистических параметров составило 125 шт. при максимальном количестве 250 шт. (Макарова, Трофимец, 2002). В таблице 2 представлена средняя масса всех икринок, полученных от двух групп на разных стадиях развития и результаты статистических расчетов по достоверности различий.

По результатам проведенного статистического анализа установлены достоверные отличия по средней массе икринки только на стадии желточной пробки – t расчетное больше чем t критическое. На всех остальных исследуемых стадиях развития достоверных отличий не обнаружено.

По результатам выращивания полученной молоди можно отметить, что ее средняя масса в экспериментальной группе незначительно ниже, чем в контрольной, и к 37 суткам

разница составляет 0,2 г, сохраняясь до 50 суток наблюдений. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 2. Средняя масса икринок в зависимости от стадии развития

Стадия	Группа	Средняя масса икринки, мг	t расчетное	t критическое
Неоплодотворенная икра	Контрольная	6,47	1,4	1,6
	Экспериментальная	6,49		
Четыре бластомера	Контрольная	8,44	1,2	1,9
	Экспериментальная	8,52		
Желточная пробка	Контрольная	9,93	2,6	1,9
	Экспериментальная	10,18		
Подвижный эмбрион	Контрольная	10,41	1,7	1,9
	Экспериментальная	10,50		

По результатам проведенного статистического анализа установлены достоверные отличия по средней массе одной икринки только на стадии желточной пробки – t расчетное больше чем t критическое. На всех остальных исследуемых стадиях развития достоверных отличий не обнаружено.

При дальнейшем подращивании полученной молоди можно отметить, что средняя масса молоди в экспериментальной группе незначительно ниже, чем в контрольной и к 37 суткам разница составляет 0,2 г и сохраняется до 50 суток наблюдений. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Средняя масса молоди контрольной и экспериментальной групп рыб разного возраста

Группа	Возраст, сут.; средняя масса молоди, г							
	13	16	19	23	30	37	44	50
Контрольная	0,030	0,059	0,096	0,158	0,516	1,4	2,4	3,0
Экспериментальная	0,030	0,047	0,085	0,147	0,486	1,2	2,2	2,8

Из представленных материалов можно сделать вывод, что процессы резорбции, протекающие в гонадах, при благоприятном температурном режиме и отсутствии стрессовых факторов, не оказывают явного негативного влияния на рыболовные характеристики икры стерляди и эмбриональное развитие потомства. При дальнейшем выращивании различие средних навесок молоди незначительно и стремится к нормативным показателям.

В заключение хотелось бы выразить благодарность всем сотрудникам лаборатории осетроводства и акклиматизации филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») осуществлявшим помощь в сборе и анализе материалов, особенно заведующему лабораторией, д.б.н. Мельченкову Е.А.

Список литературы

Бурцев И.А. 2015. Рекомендации по повышению эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб. Труды ВНИРО, 153, 165-173.

Корчунов А.А., Григорьев В.А., Лозовой А.А. 2011. Особенности регулирования нереста осетровых в условиях УЗВ на примере стерляди. Тезисы VII международной научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем «Pontus Euxinus - 2011», посвященной 140-летию Института биологии южных морей Национальной академии наук Украины (24-27 мая 2011 г.). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 138-139.

Макарова Н.В., Трофимец В.Я. 2002. Excel: Учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 368 с.

Подушка С.Б. 2000. Ремонтно-маточные стада в осетроводстве. Проблемы современного товарного осетроводства. Сб. докл. I науч.-практ. конф. (24-25 марта 1999 г. Астрахань). Астрахань: Волга, 78-83.

Ширяев А.В., Киселёв А.Ю., Слепнёв В.А., Филатов В.И., Богданова Л.А. 2001. Технология выращивания и эксплуатации маточных стад стерляди в УЗВ. Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре. М.: ВНИИПРХ, 198-205.

Рост внутривидового гибрида сибирский осетр× амурский осетр на первом году выращивания в условиях УЗВ

А.А. Арчибасов

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
Московская область, пос. Рыбное, Россия
E-mail: micropunctum@gmail.com

Аннотация. В работе отражены результаты первого года выращивания межвидового гибрида сибирского осетра с амурским (СО×АО), приведена рыбоводно-биологическая характеристика молоди по массе и коэффициенту массонакопления в условиях индустриальной аквакультуры, представлены данные по температурному режиму. По результатам исследований выбранный гибрид имеет высокий темп роста при сумме тепла выше 7000 градусо-дней.

Ключевые слова: Сибирский осетр, амурский осетр, гибрид, СО×АО, сеголетки, масса, коэффициент массонакопления, температура.

Неотъемлемой частью продовольственной безопасности нашей страны является аквакультура. При должном подходе она может обеспечивать не только базовые потребности населения, но и являться источником деликатесной продукции, в частности из чистых видов осетровых рыб и их гибридных форм.

Осетровые рыбы издревле ценились своими высокими вкусовыми качествами мяса, ценной икрой и отсутствием костей. Их гибридные формы не только не уступают родительским видам по органолептическим качествам, но и нередко показывают высокую пластичность и темп роста. По инициативе Н.И. Николюкина в 1949 году в Саратовском отделении ВНИРО на Волге были начаты широкомасштабные эксперименты по скрещиванию осетровых (Николюкин, 1970). В ходе работ была отмечена высокая скрещиваемость внутри семейства осетровых и ее перспективность в товарном осетроводстве. Детальное исследование различных гибридных форм может помочь определить температурные оптимумы для эффективного выращивания сеголеток и товарной рыбы в будущем и условий реализации максимального темпа роста.

Для наших исследований был выбран гибрид сибирского осетра с амурским осетром. Сибирский осетр является основным объектом товарного рыбоводства в России и Европе. Он созревает раньше русского осетра и лучшим образом приспособлен к условиям искусственного выращивания (Смольянов, 1987). При высокой обеспеченности пищей и повышенной, по сравнению с естественной, температуре воды темп роста сибирского осетра существенно увеличивается. Наиболее интенсивно осетр растет в диапазоне 15-25 °С, однако рост сохраняется и при более низких температурах (1-10 °С) (Пономарев, Магомаев, 2011). Амурский осетр является эндемиком бассейна реки Амур и весьма близок к сибирскому осетру. Имеет проходную и пресноводную формы. Самцы созревают в возрасте 9-10 лет, самки – 13-17 лет. Сеголетки к концу осени имеют длину 12-17 см, массу 11-18 г. В Амурском лимане средняя масса промыслового осетра - 6-8 кг, в Амуре - 2,5-5,5 кг (Пономарев, Иванов, 2009; Промысловые рыбы России, 2006).

Работы выполнены в условиях УЗВ отдела «Конаковский» филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»). От шести самок сибирского осетра ленской популяции получили 386,0 тыс. икринок, часть из которых (123 тыс. шт.) оплодотворили спермой двух самцов амурского осетра. Инкубацию икры проводили в секциях аппарата «Осетр» при загрузке 58,8 (54-69) тыс. икринок на вкладыш при средней температуре воды 15,4 °С и сумме тепла за этот период 92,8 градусо-дней (144 часа). Во

время инкубации осуществляли контроль за развитием икры, профилактическую медикаментозную обработку не проводили.

Вылупившихся предличинок просчитывали эталонным методом и рассаживали на выдерживание в лотки площадью 1,4 м² (двойная повторность) с плотностью 3571 шт./м² (5 тыс. на лоток) при средней массе 18,7 мг. Выдерживание с последующим переходом на активное питание продолжалось в течение 13 суток. При переходе на внешнее питание средняя масса личинок составила 44,7 мг. На 8 сутки после рассадки свободных эмбрионов в лотки начали вносить корм (рецепт ВНИИПРХ) с содержанием протеина 60 %, жира 10 % с интервалом в 2 часа.

При достижении массы 5 г молодь была переведена в УЗВ на базе ОСПХ «Якоть». На начальных этапах наблюдений рыба содержалась в бассейнах площадью 3,8 м² с последующим переводением в бассейны площадью 6 м². При выращивании использовали корма фирм BioMar INICIO Plus и ООО «Аграрные технологии» ЭПКО 50/15 и 46/19. В процессе выращивания проводили оценку влияния условий содержания в УЗВ на рыбоводно-биологические характеристики гибридов. Данные, полученные в ходе текущего эксперимента по выращиванию молоди в условиях УЗВ, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Средняя масса, коэффициент массонакопления и температурный режим при выращивании молоди гибридов СО×АО в течении первого года

Возраст, сутки	Масса, г	Км	Общая сумма тепла, градусо-дни	Средняя температура воды, °С
1*	0,0187	-	-	-
26	0,725	0,076	433,7	17,3
49	5,0	0,106	809,7	16,3
60	9,7	0,115	1001,7	17,5
81	25,6	0,116	1393,0	19,5
103	59,1	0,129	1819,9	19,4
133	148,0	0,139	2441,2	20,7
159	190,0	0,053	3041,6	23,1
189	284,0	0,082	3763,8	24,1
210	428,0	0,138	4257,0	23,4
249	696,5	0,102	5028,5	19,7
270	918,4	0,122	5444,2	19,7
301	1140,4	0,070	6018,4	18,5
330	1343,5	0,061	6546,1	18,1
361	1701,5	0,087	7117,2	18,4

Примечание: * - Средняя масса на момент вылупления предличинок

По данным Е.И. Рачека, В.И. Скирина, А.В. Корниловой А.В. (Рачек и др., 2013) молодь гибрида СО×АО, при выращивании в садках, находящихся на теплых водах Приморской ГРЭС, достигала средней массы 720 г в возрасте двухлеток. Сумма тепла колебалась в пределах 4210-4720 градусо-дней в год. При выращивании сибирского осетра в условиях прямоточных бассейнов отдела Конаковский средняя масса рыбы составила 437,5 г на 378 сутки при сумме 6093 градусо-дней (Мельченков и др., 2021). К концу первого года выращивания в УЗВ амурский осетр имел среднюю массу 450 г при сумме тепла 7314 градусо-дней (Сафронов и др., 2019). В ходе текущего опыта сумма тепла за первый год выращивания составила 7117,2 градусо-дней, и средняя навеска составила 1,7 кг. По устным данным сотрудников отдела «Конаковский», занимающихся реализацией товарной продукции осетровых рыб, потребители предпочитают рыбу массой до 1,5 кг. В связи с этим можно реализовывать большую часть особей гибридной формы СО×АО уже в конце первого года выращивания.

Таким образом можно сделать вывод, что гибридная форма СО×АО имеет более высокий темп роста относительно родительских видов, а повышение суммы тепла позволяет

его реализовать. На основе полученных данных может быть разработана схема получения крупного посадочного материала и товарной продукции гибридной формы СО×АО в течение первого года выращивания.

В заключение хотелось бы выразить благодарность всем сотрудникам лаборатории осетроводства и акклиматизации филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») осуществлявшим помощь в сборе и анализе материалов.

Список литературы

Мельченков Е.А., Илясова В.А., Канидьева Т.А., Бекина Е.Н., Воробьев А.П., Арчибасов А.А., Козовкова Н.А., Антипина Ю.А. 2021. Сравнительные результаты выращивания чистых видов и гибридных форм сибирского и русского осетров. Рыбоводство и рыбное хозяйство №2: 20-33.

Николюкин Н.И. 1970. Гибридизация в сем. *Acipenseridae* и перспективы использования ее в осетровом хозяйстве. Труды ВНИРО: 76, 56-69.

Пономарёв С.В., Иванов Д.И. 2009. Осетроводство на интенсивной основе. М.: Изд-во Колос, 312 с.

Пономарёв С.В., Магомаев Ф.М. 2011. Осетроводство на интенсивной основе. Махачкала: Эко-пресс, 352 с.

Промысловые рыбы России. В двух томах. 2006. / Под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра, Б.Н. Котенёва. М.: Изд-во ВНИРО, 1: 656 с.

Рачек Е.И., Скирин В.И., Корнилова А.В. 2013. Гибриды амурских осетровых рыб для товарного выращивания. Рыбное хозяйство 3: 70-78.

Сафронов А.С., Филиппова О.П., Зуевский С.Е., Суховер К.В. 2019. Результаты выращивания амурских осетровых и гибридов между ними в установке замкнутого водоснабжения в течение первого года жизни. Труды ВНИРО 178: 172-187.

Смолянов И.И. 1987. Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах. М.: ВНИИПРХ, 33 с.

Принципы внедрения ESG-отчётности в аквакультуре

А.А. Бобкова¹, А.И. Никифоров^{2,1}

¹Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД России, г. Москва

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

Аннотация: В работе рассмотрены принципы внедрения ESG-отчетности в сферу аквакультуры; обсуждаются особенности применения и структура нефинансовой отчетности в отношении предприятий, занимающихся культивированием лосося; рассмотрены основные экологические критерии в рамках ESG-отчетов. В настоящей работе затронуты основные современные тренды по внедрению принципов ESG-отчетности в сферу промышленной аквакультуры, которые неразрывно связаны с особенностями эпохальной экологической трансформации данного вида хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: аквакультура, лосось, биоразнообразие, энергоэффективность, ESG-отчетность

Сегодня многие компании придают особое значение своей финансовой прозрачности и открытости своих поставщиков для повышения их привлекательности, как для инвесторов, так и для зарубежных деловых партнеров. Не являются исключением и предприятия, занимающиеся промышленной аквакультурой. В связи с этим представляет интерес рассмотрение специфики их ESG-отчетности (от англ. Environmental, Social, Governance) – особой формы нефинансовой отчетности, характеризующей методы решения экологических, социальных и управленческих задач на конкретном предприятии. Зачастую данное понятие (ESG-отчетность) рассматривается как терминологический аналог понятия «отчет об устойчивом развитии» [2].

Аквакультура, относительно других отраслей, занимающихся разведением животных, имеет ряд особенностей, связанных, в первую очередь, со спецификой культивируемых объектов. Так, в зависимости от перечня видов культивируемых гидробионтов (рыб, моллюсков и др.), предприятия аквакультуры могут быть гораздо менее зависимы от наличия водных или земельных ресурсов, чем другие животноводческие предприятия. В то же время, весьма острой для них является проблема утилизации биологических отходов, а также сохранения нативного биоразнообразия. Все указанные аспекты могут находить отражение в ESG-отчетах [1], [7]

В настоящем исследовании были рассмотрены отчеты за 2021 год трех норвежских компаний в области аквакультуры лосося (Mowi, Grieg Seafood и Lerøy Seafood Group), имеющих суммарную годовую прибыль около 2,5 млрд. долл. (по данным за 2020 год) и занимающих значительную долю мирового рынка [4], [5], [6]

В ходе детального анализа отчетов указанных компаний удалось выявить некоторые общие тренды. В целом, компаниям в области аквакультуры достаточно просто соответствовать современному тренду на нересурсоемкое производство продуктов питания. Так, например, все компании указывают в своих ESG-отчетах (со ссылкой на специальные исследования или без оных), что аквакультура – один из наименее ресурсозатратных типов производства животного белка, приводя в доказательство актуальные данные по таким учитываемым показателям, как углеродный след, коэффициент конверсии корма, водопотребление. Данные показатели для аквакультуры сравниваются с аналогичными в других отраслях животноводства (разведение крупного рогатого скота, свиней, птицы) [8].

Стоит отметить, что одним из ключевых биологических факторов, обеспечивающих преимущества аквакультуры по упомянутым выше показателям, является пойкилотермность рыб (как и других культивируемых гидробионтов). Кроме того, у атлантического лосося,

основного объекта культивирования данных компаний, весьма высокий выход съедобных частей относительно общей массы тела.

Что же касается основных типов воздействия на окружающую среду, то главными критериями выступают величины таких показателей, как сохранение биоразнообразия (в частности, охрана диких популяций атлантического лосося), энергоэффективность, снижение объёмов выбросов парниковых газов, деятельность по переработке и обращению с отходами, чёткий контроль за использованием антибиотиков, а также сертификация кормов и поставщиков.

В частности, такой показатель, как «сохранение биоразнообразия», включает три основных блока. Первый включает в себя обеспечение минимизации нагрузки на морские сообщества, где ведется хозяйственная деятельность (с использованием таких приёмов, как расположение садков в районах с сильным течением для сноса продуктов жизнедеятельности, а также установка отпугивающих устройств для уменьшения контактов с морскими млекопитающими и водоплавающими птицами, для которых лосось является пищей). Второй блок призван обеспечить снижение дополнительной негативной нагрузки на популяции дикого лосося (за счёт минимизации уходов культивируемой рыбы из садков; проведения мероприятий по борьбе с морской вошью, способной заражать диких рыб), а также благодаря снижению содержания остатков дикой рыбы в корме (учёт коэффициентов FIFO – Fish In: Fish Out и FFDR (forage fish dependency ratio)). Третий блок обеспечивается за счёт мероприятий по обеспечению прослеживаемости поставщиков и получению от них документов по экологической сертификации их деятельности.

Что касается мероприятий по обеспечению энергоэффективности, то рассмотренные компании стремятся переводить суда, обслуживающие технологические объекты (морские фермы), на электрические двигатели – которые, в свою очередь, получают энергию от различных возобновляемых источников (солнечные и ветровые генераторы).

Также данные компании осуществляют учёт выбросов парниковых газов. Во всех рассмотренных отчетах присутствуют консолидированные данные о выбросах парниковых газов, рассчитанные компаниями согласно методикам учёта выбросов, рекомендованным Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК), с использованием, в частности, методики The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition) [3]

Таким образом, подготовка ESG-отчётов компаниями, работающими в сфере аквакультуры и являющимися объективными бенефициарами имеющих у них преимуществ, свидетельствует о том, что они осознанно стремятся уменьшить, насколько это возможно, свой экологический след.

Список литературы

Basis for Conclusions for GRI 13: Agriculture, Aquaculture and Fishing Sectors 2022. GRI Sector Standard Project Agriculture, Aquaculture and Fishing [Электронный ресурс]

URL:https://www.globalreporting.org/media/33uagl2h/aaf_basis_for_conclusions.pdf

ESG и нефинансовая отчетность: перспективы в мире и России // Школа управления СКОЛКОВО от 31 января 2022 [Электронный ресурс] URL:<https://www.skolkovo.ru/expert-opinions/esg-i-nefinansovaya-otchetnost-perspektivy-v-mire-i-rossii/>

Greenhouse Gas Protocol Initiative et al. A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised Edition. – 2004. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

Grieg Seafood Annual Report 2021 [Электронный ресурс]

URL:<https://cdn.sanity.io/files/1gakia31/production/8699f764225f2b441044453452ada7923cca1994.pdf>

Lerøy Seafood Group Annual Report 2021 [Электронный ресурс] URL:

<https://www.leroyseafood.com/globalassets/02--documents/arsrapport-2021/leroy-annual-report-eng-2021.pdf>

Mowi Integrated Annual Report 2021 [Электронный ресурс] URL:https://mowi.com/wp-content/uploads/2022/03/Mowi_Annual_Report_2021.pdf

Официальный сайт The FAIRR Initiative. Страница: Methodology [Электронный ресурс] URL:<https://www.fairr.org/index/methodology/>

ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/ca9229ru>

Гистологическая характеристика развития половых клеток в сперматогенезе сибирского осетра *Acipenser baerii* (Brandt, 1869)

А.И. Валягина

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
Московская обл., Дмитровский г.о., Россия
E-mail: innovazii-vniiprh@mail.ru

Аннотация. В работе показана гистологическая характеристика годовичного полового цикла сперматогенеза у половозрелых самцов сибирского осетра *Acipenser baerii* (Brandt 1869) в индустриальных условиях с целью уточнения времени созревания рыб при содержании в прямоточных бассейнах при годовой сумме тепла 5500 градусо-дней.

Ключевые слова: гонада, семенник, сперматогенез, сперматозоид, стадии зрелости.

Для осетровых рыб характерен единовременный тип икрометания, поэтому волна сперматогенеза закономерно носит сезонный характер. Характеристика преобразований половых клеток на протяжении всей гонады сходная и идет одновременно, что также объясняет сезонный характер сперматогенеза. Для самцов осетровых рыб характерен ежегодный половой цикл, который зависит от температурных условий содержания рыб (Илясова и др., 2021, 2022).

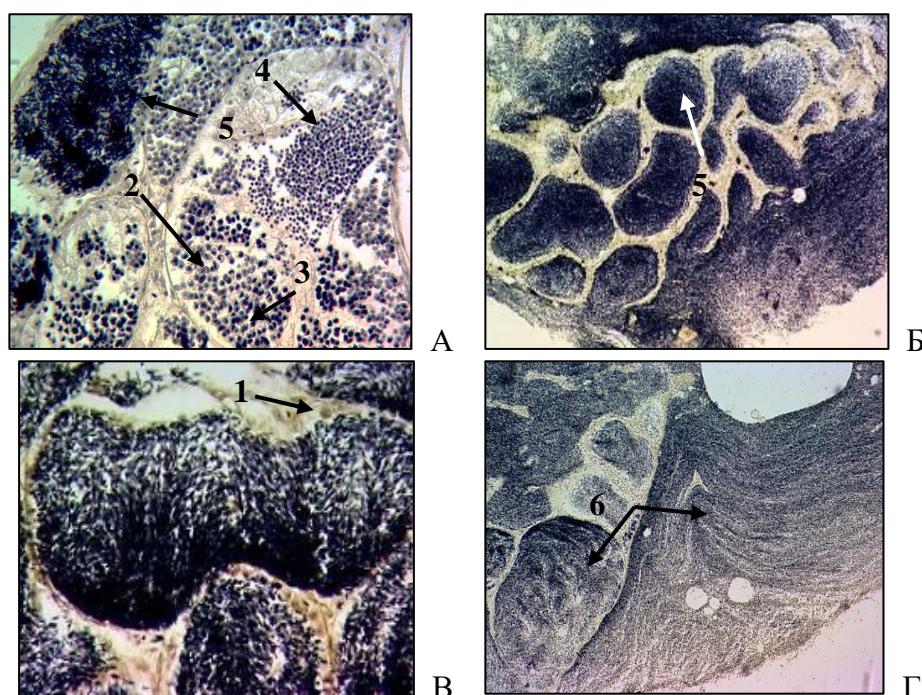


Рисунок 1. Фрагменты гонад III, IV и V стадий зрелости (волна сперматогенеза):

1 – сперматогонии; 2 – сперматоциты I-го порядка; 3 – сперматоциты II-го порядка;
4 – сперматиды; 5 – зрелые сперматозоиды в цистах; 6 – зрелые сперматозоиды в выводном протоке. А, В - ув., ок. 10× об.40×; Б, Г - ув., ок.10× об.10×

При рассмотрении развития половых клеток самцов сибирского осетра в условиях индустриального бассейнового хозяйства со среднегодовой суммой тепла 5500 градусо-дней с использованием метода гистологического анализа тканей гонад (Ромейс, 1953; Сакун, Буцкая, 1963; Микодина и др., 2009), полученных методом биопсии от 10 особей с целью

оценки влияния условий содержания на прохождение процесса сперматогенеза в неспецифических для вида условиях при ежегодном цикле показано, что у зрелых самцов в зимне-весенний период в течении трех месяцев (90 суток) (январь, февраль, март) проходит волна сперматогенеза. На III стадии зрелости происходит два деления мейоза с формированием сперматоцитов I-го, II-го порядка и сперматид с гаплоидным набором хромосом (рисунок 1А), а в завершении этой стадии образуются цисты со зрелыми сперматозоидами (рисунок 1Б, 1В). На IV стадии зрелости происходит завершение спермиогенеза. Зрелые сперматозоиды выходят из цист в выводной проток. На V стадии зрелости образуется семенная жидкость, которая разжижает массы сперматозоидов в выводном протоке, вызывая их текучесть (рисунок 1Г).

В апреле, мае в течение 45-60 суток проходят процессы резорбции, характеризующие VI стадию зрелости, видны опустевшие цисты (рисунок 2А), а при наличии остатков перезревших сперматозоидов осуществляется резорбция фолликулярными клетками и клетками Сертоли (рисунок 2Б).

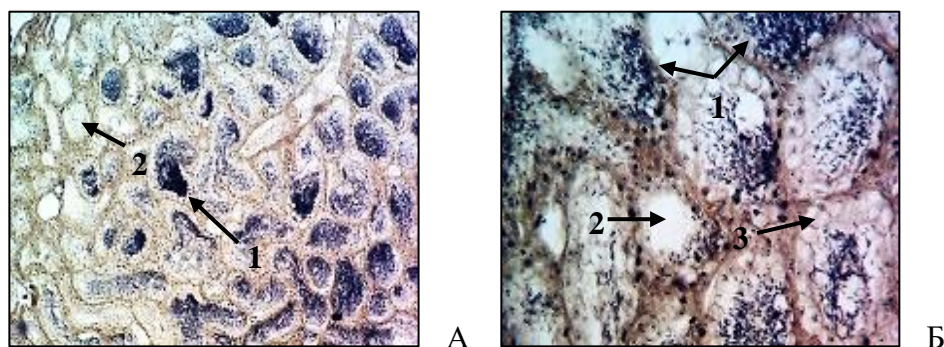


Рисунок 2. Фрагменты гонад VI стадии зрелости с процессами резорбции: 1 – цисты с остатками перезревших сперматозоидов; 2 – опустевшие цисты; 3 – клетки Сертоли. А - ув., ок.10× об.10×, Б - ув., ок.10× об.40×

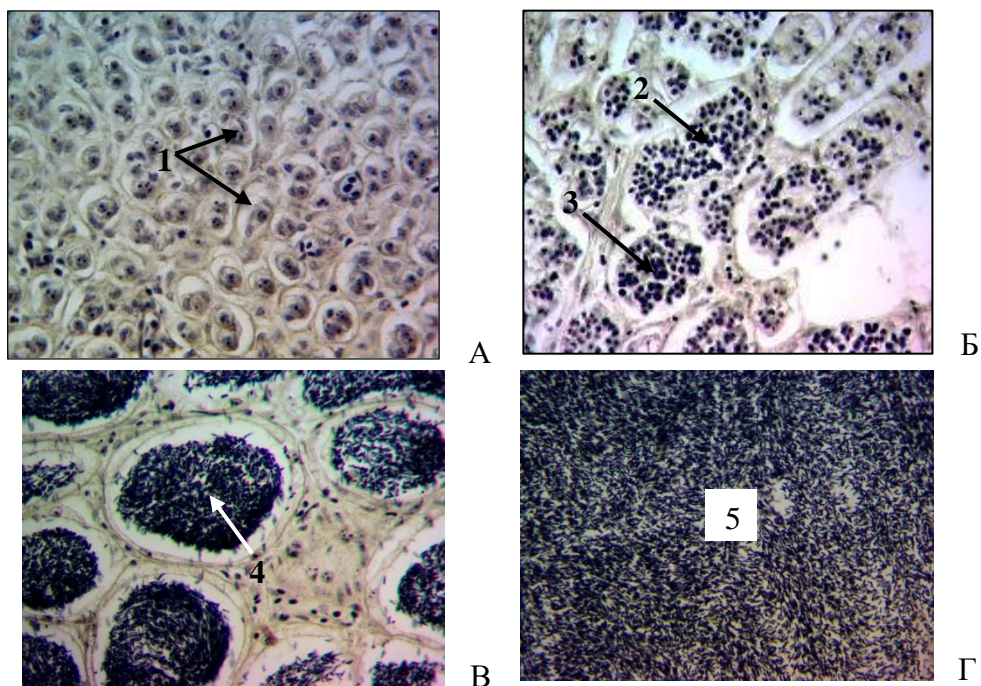


Рисунок 3. Фрагменты гонад I-II (А, Б) и IV (В, Г) стадии зрелости следующего полового цикла: 1 - первичные сперматогонии; 2 – митотическое размножение вторичных сперматогоний; 3 – сперматоциты I-го порядка; 4 - зрелые сперматозоиды в цистах;

5 - зрелые сперматозоиды в выводном протоке.

А, В - ув., ок.10× об.10×; Б, Г - ув., ок.10× об.40×

Новый ежегодный половой цикл у сибирского осетра, начинается в августе, сентябре в течение 40 суток с размножения первичных сперматогоний, что характеризует I-ю стадию зрелости с дальнейшим переходом во II стадию зрелости. В цистах происходит митотическое размножение вторичных сперматогоний, что приводит к увеличению их количества, с последующем ростом до сперматоцитов 1-го порядка, которые обеспечат новую волну сперматогенеза для следующего нерестового сезона (рисунок 3А, 3Б).

В осенне-зимнее время, вплоть до января следующего года, в течение 120 суток завершается длительная II стадия зрелости с формированием цист и с дальнейшим прохождением волны сперматогенеза для следующего полового цикла (рисунок 3В, 3Г).

На основании гистологического анализа можно сделать вывод, что несмотря на значительное отличие биотических и абиотических факторов среды нахождения рыб в условиях индустриального хозяйства от естественного ареала их обитания нарушений в прохождении закономерного процесса сперматогенеза у самцов в семенниках не наблюдается. Однако под влиянием более высокой температуры воды в развитии половых клеток происходит сдвиг созревания самцов в половом цикле на более ранние сроки, с января по апрель, в сравнении со сроками нереста данного вида рыб в естественном ареале обитания (июнь) в реке Лена (Акимова, 1978; Акимова и др., 1980).

Список литературы

Акимова Н.В. 1978. Гаметогенез, функционирование половых желез сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) р. Лена и их связь с обменом веществ. Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. М.: Наука, 43-55.

Акимова Н.В., Соколов Л.И., Смольянов И.И., Малютин В.С. 1980. Сравнительный анализ роста и гаметогенеза сибирского осетра р. Лены в природных и экспериментальных условиях. Внутривидовая изменчивость в онтогенезе животных. М.: Наука, 167-176.

Илясова В.А., Мельченков Е.А., Воробьев А.П., Калмыкова В.В., Арчибасов А.А., Козовкова Н.А. 2022. Гистологическая характеристика поэтапного сперматогенеза в годичном половом цикле у самцов сибирского осетра в индустриальных рыбоводных предприятиях различного типа. Рыбоводство и рыбное хозяйство, №9 (200), 613-624.

Илясова В.А., Мельченков Е.А., Калмыкова В.В., Данилова Е.А., Арчибасов А.А., Воробьев А.П. 2021. Процесс развития воспроизводительной системы у самцов осетровых рыб в индустриальных условиях на примере стерляди волжской популяции. Рыбоводство и рыбное хозяйство, №08 (187), 32-42.

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.

Ромейс Б. 1953. Микроскопическая техника. М.: Иностранная литература, 648 с.

Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. 1963. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. М.: Изд-во Рыбное хозяйство, 36 с.

Оценка влияния пропуска нереста на рыбоводно-биологические характеристики потомства сибирского осетра *Acipenser baerii* (Brandt, 1869)

А.П. Воробьев

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

Аннотация. Представлены результаты исследований о влиянии пропуска нерестового сезона у самок сибирского осетра ленской популяции на рыбоводно-биологические характеристики экспериментальной группы, а также подращенной молоди в условиях индустриальных хозяйств. Потомство опытной самки, прошедшей процесс резорбции, несмотря на самую низкую массу эмбрионов при вылуплении, на всём протяжении выращивания сохраняло высокий темп роста, сравнимый с молодью контрольных групп.

Ключевые слова: сибирский осётр, резорбция, молодь, градусо-дни, сумма тепла.

Из литературных источников (Казанский, 1956; Фалеева, 1965, 1967; Кошелев, 1984; Шихшабеков и др., 2007; Чмилевский, 2016) известно, что пропуски нерестовых сезонов происходят в связи с замедлением резорбционных процессов в половой железе. У рыб с единовременным икрометанием при массовой резорбции икры полностью теряется потомство текущего года и самки остаются яловыми на один год. Сроки созревания самок находятся в тесной зависимости от оптимальных температур. Низкая температура воды может затянуть время наступления созревания или совсем задержать его, в то же время действие повышенных температур может привести в дальнейшем к снижению оплодотворяемости икры и вызовет повышенную гибель при ее инкубации. Таким образом, при изменении температурного фактора ритм размножения у рыб подвержен большим колебаниям – это изменение длительности развития половых клеток и скорости прохождения отдельных стадий зрелости гонад в течение полового цикла, которые и могут повлечь за собой пропуски нерестовых сезонов. На ритм размножения также могут повлиять и нарушения гидрологического и гидрохимического режимов в преднерестовый период, в том числе возникновение стрессовых ситуаций, не востребованность зрелых половых продуктов в данный период времени и многое другое. Все эти факторы могут являться основополагающими для начала процесса резорбции и пропуска нереста зрелыми производителями. Изучение состояния воспроизводительной системы рыб при изменении параметров среды является перспективным направлением и должно учитываться при разработке технологических приемов воспроизводства осетровых рыб в условиях индустриальных хозяйств.

Работы выполнялись на базе прямоточного индустриального хозяйства отдела «Конаковский» филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») за период 2017-2018 гг. со среднегодовой суммой тепла 5500 градусо-дней. Объектом исследований являлись самки сибирского осетра ленской популяции генерации 2008 г шестого поколения доместикации в количестве 17 особей.

В процессе работ были сформированы опытная и контрольная группы, численностью по 5 особей в каждой, содержащиеся в условиях прямоточных бассейнов. На следующий год опыты повторили с включением новой контрольной группы (7 особей). От контрольных групп получали половые продукты, а опытные самки пропускали один год для прохождения процесса резорбции. Из 5 экспериментальных самок, прошедших процесс резорбции к февралю 2018 года созрела лишь одна, остальные находились на III и IV стадиях зрелости.

Результаты получения половых продуктов сибирского осетра генерации 2008 года от двух разных контрольных групп самок, нерестившихся 26.01.2017 (контроль 1), 1.02.2018 гг.

(контроль 2) и повторно созревшей самки, прошедшей процесс резорбции половых продуктов (опсdblthcгыт) в условиях прямоточного бассейнового хозяйства с годовой суммой тепла 5500 градусо-дней приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика самок опытной и контрольных групп

Группа рыб	Масса, кг		Кол-во икринок в 1 г, шт.	Относительная плодовитость, тыс. шт./кг	Оплодотворение, %	Развитие икры на разных стадиях, %			Выход предличинок	
	♀	икры				16	20	34	тыс. шт.	%
Опыт (1 ♀)	13,2	0,95	63	4,53	91,0	89,7	85,0	76,8	20,0	35,6
Контроль 1 (5 ♀)	11,2	0,84	61	4,70	74,6	72,6	87,4	87,2	27,0	53,6
Контроль 2 (7 ♀)	12,3	1,20	60	6,04	83,6	80,8	78,1	68,0	26,2	46,1

Из таблицы 1 видно, что изначально процент оплодотворения икры у самок второй контрольной группы был несколько выше (на 9,0 %), однако процент выхода предличинок в контроле 1 был больше и составил 53,6 % против 46,1 %. У опытной самки после прохождения резорбции за 318 суток (5200 градусо-дней), несмотря на прирост массы тела (1,5 кг), икринки имели меньший размер, чем у самок, не подвергшихся этому процессу. Относительная плодовитость, по сравнению с контрольной группой также была меньше.

При высоком проценте оплодотворения икры (91,0 %) выход предличинок от опытной самки составил 35,6 %, что на 10,5 и 18,0 % соответственно ниже, чем у контрольных групп рыб - возможно, это связано с индивидуальными особенностями особи. У самок сибирского осетра с возрастом икра становится крупнее, но по мере развития личинок к концу периода подращивания (38 суток) отставание по массе тела потомства от самок из контроля 1 составляет всего 16,0 %.

Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика молоди от групп самок сибирского осетра, участвующих в исследованиях и их потомства представлена в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика молоди от групп самок сибирского осетра, находящихся в условиях прямоточного хозяйства

Группа рыб	Средняя масса молоди, г						
	вылупление	возраст, сутки					
		10	14	21	24	30	38
Опыт	0,0137	0,058	0,109	0,307	0,740	1,70	2,9
Контроль 1	0,0149	0,074	0,097	0,430	0,510	1,23	2,5
Контроль 2	0,0153	0,067	0,128	0,313	0,604	1,34	2,9

Несмотря на самую низкую массу эмбрионов при вылуплении, на всём протяжении выращивания потомства от опытной самки, прошедшей процесс резорбции, молодь сохраняла высокий темп роста сравнимый с ростом потомства контрольной группы 2.

Исследования показали, что пропуск нереста самок сибирского осетра в хозяйствах со средней годовой суммой тепла 5500 градусо-дней, не оказывает отрицательного воздействия на формирование новой генерации ооцитов.

Список литературы

- Казанский Б.Н. 1956. Оогенез и адаптации, связанные с размножением у рыб. Автореф. дис. д.б.н. - 36 с.
- Кошелев Б.В. 1984. Экология размножения рыб. М.: Наука, 309 с.
- Фалеева Т.И. 1965. Анализ атрезии овоцитов у рыб в связи с адаптивным значением этого явления. Вопросы ихтиологии. 5 (3): 455-470.
- Фалеева Т.И. 1967. Биологическое значение и функциональный механизм атрезии овариальных фолликулов у рыб. Обмен веществ и биохимия рыб. С. 59-64.
- Чмилевский Д.А. 2016. Оогенез рыб в норме и при экстремальных воздействиях. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 156 с.
- Шихшабеков М.М., Рабазанов Н.И., Адуева Д.Р. 2007. Причины, последствия и биологическое значение резорбционных процессов в яичниках рыб. Материалы докладов Межд. научно-практ. конф. «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биол. ресурсов в 21 веке». Астрахань, 125-127.

Сравнительная характеристика рыбоводно-биологических показателей повторно созревающих самцов сибирского осетра

А.П. Воробьев

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

Аннотация. Представлены сравнительные результаты двухлетних экспериментальных работ по получению половых продуктов от самцов сибирского осетра в условиях проточного бассейнового индустриального предприятия с годовой суммой тепла 5500 градусо-дней. Приведена рыбоводно-биологическая и морфологическая характеристики производителей, их сравнительные показатели качества половых продуктов, гистологическая картина исходного состояния гонад. Отмечено, что с возрастом у сибирского осетра увеличивается масса тела и время движения сперматозоидов на 41,1 и 12,0 %, продуцируется больше эякулята на 21,8 %, улучшается визуальное качество спермы на 27,0 %, но уменьшается относительная плодовитость на 11,6 %.

Ключевые слова. Сибирский осетр, самцы, индустриальное предприятие, эякулят.

Для увеличения производства посадочного материала и товарной продукции осетровых рыб большое значение имеет качество производителей (Чебанов, Галич, 2013). Немаловажную роль в этом вопросе играют самцы. С этой целью выполнены работы по оценке влияния возраста самцов на качество продуцируемых ими половых продуктов.

Для проведения экспериментальных работ на индустриальном предприятии отдела «Конаковский» филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») было отобрано 6 впервые созревших самцов сибирского осетра ленской популяции генерации 2017 г. в возрасте 1460 суток (4 лет). Для полового созревания им потребовалось 21480 градусо-дней при средней температуре воды 15,3 °С (4 года).

Преднерестовое выдерживание производителей проводили в бассейнах ИЦА-2 в течение 8 суток при средней температуре воды 13,7 °С. Сумма тепла за этот период составила 109,8 градусо-дней. Для гормональной стимуляции использовали гипофиз карповых рыб дозировкой 3,0 мг/кг однократно. Первую порцию эякулята получали по прошествии 24 часов (всего было 4 порции с интервалом в 2 часа, 5 часов и 24 часа от первого взятия эякулята). Качество спермы оценивали по основным показателям - объёму эякулята, концентрации сперматозоидов в единице объёма и продолжительности их движения. Обработку собранного материала проводили в лабораторных условиях с использованием общепринятой методики (Казаков, Образцов, 1990).

Для оценки исходного состояния гонад на начальном этапе исследований были отобраны методом биопсии контрольные образцы половых продуктов для гистологического исследования. У всех исследуемых самцов протекает волна сперматогенеза, характеризующая IV, IV-VI, V, VI стадии зрелости гонад. Картина асинхронного развития половых клеток в том или ином количестве с преобладанием цист со зрелыми сперматозоидами представлена на рисунке 1.

Для статистической обработки полученных результатов использовали прикладную программу Microsoft Office Excel 2010.

Рыбоводно-биологическая характеристика и морфологические показатели опытных групп самцов сибирского осетра за период 2021-2022 гг. представлены в таблице 1.

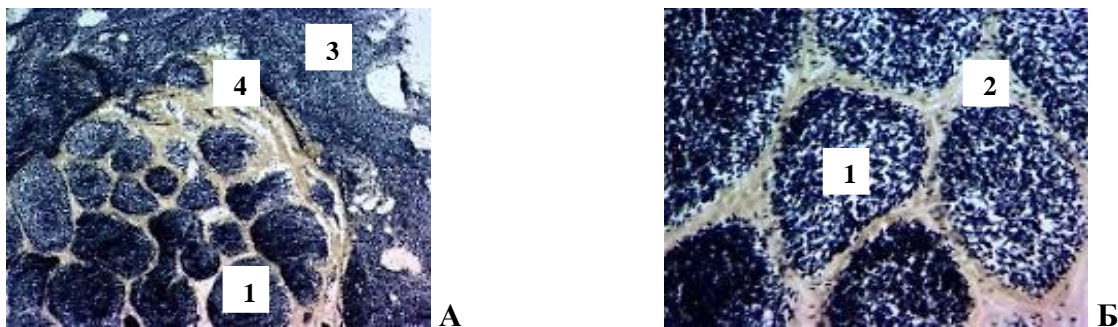


Рисунок 1. Волны сперматогенеза у сибирского осетра: 1 - зрелые сперматозоиды в цистах; 2 – фолликулярные оболочки цист; 3 - сперматозоиды в выводном протоке; 4 - резорбция сперматозоидов в цистах. А - ув. ок.10× об.10×, Б - ув. ок.10× 40×

Таблица 1. Статистические данные рыбоводно-биологических и морфометрических показателей опытных групп самцов сибирского осетра за период 2021-2022 гг.

№ п/п	Чип	Масса, кг	Обхват, см	Длина, см		Чип	Масса, кг	Обхват, см	Длина, см		
				L	l				L	l	
2021 г., январь						2022 г., январь					
1	3176	5,67	44,0	96,0	74,0	3176	8,40	50,0	103,0	89,0	
2	1513	5,11	42,0	95,0	79,0	1513	7,70	46,0	103,0	98,0	
3	9201	4,77	39,0	94,0	78,0	9201	5,70	40,0	96,0	86,0	
M±m		5,2±0,3	41,7±1,8	95,0±0,7	77,0±2,0	M±m		7,3±1,0	45,3±3,6	100,7±3,1	91,0±4,7
CV,%		8,8	6,0	1,1	3,4	CV,%		19,3	11,1	4,0	6,9
2021 г., февраль						2022 г., февраль					
1	1549	7,29	46,0	105,0	87,0	1549	9,70	48,0	108,0	97,0	
2	3138	5,14	41,0	92,0	76,0	3138	7,56	47,0	100,0	87,0	
3	3175	5,45	39,0	99,0	82,0	3175	7,56	42,0	104,0	95,0	
M±m		6,0±0,9	42,0±2,7	98,7±4,4	81,7±3,8	M±m		8,3±1,0	45,7±2,4	104,0±2,7	93,0±4,0
CV,%		19,5	8,6	6,6	6,7	CV,%		14,9	7,0	3,8	5,7

Из данных таблицы 1 видно, что у январской группы коэффициент вариации с возрастом увеличивается из-за большего разброса показателей, в тоже время у февральской группы данная величина уменьшается, что говорит об индивидуальных особенностях производителей (темпе роста).

По результатам работы с сибирским осетром, отраженной в таблице 2, видно, что при увеличении массы самцов январской и февральской групп в 2022 году на 40,4 и 38,3 %, соответственно, объем эякулята вырос на 37,6 и 12,2 % при средних значениях 41,1 и 21,8 %. Средняя относительная плодовитость в январской группе через год осталась на уровне 2021 г. (33,8 мл/кг), у февральской группы ухудшилась на 20,2 % при средних отрицательных значениях в рассматриваемых группах 11,6 %.

Средний показатель концентрации сперматозоидов в январской и февральской группах ухудшился на 31,6 и 26,8%, соответственно, при среднем значении 28,6%.

Визуальная оценка качества спермы по Персову Г.М. (1941) у всех самцов, в среднем спустя год улучшилась на 27,0 %. Время движения сперматозоидов в среднем увеличилось - на 12,0 %. Следует отметить, что вторая порция эякулята у самцов была лучшего качества, чем первая (начальная), но в 2 раза уступала по объему. Максимальный объем эякулята был отмечен через сутки при получении четвертой порции, но уступал по остальным показателям.

Таблица 2. Средние показатели качества эякулята, полученного от самцов сибирского осетра содержащихся в прямоточных бассейнах отдела «Конаковский» за 2021 и 2022 гг.

Группа самцов, срок отбора проб, показатели	2021 г.						2022 г.					
	Масса, кг	Общее количество эякулята, мл	Относительная плодовитость, мл/кг	Концентрация сперматозоидов, млрд. шт./см ³	Время движения сперматозоидов, с	Качество спермы, баллы	Масса, кг	Общее количество эякулята, мл	Относительная плодовитость, мл/кг	Концентрация сперматозоидов, млрд. шт./см ³	Время движения сперматозоидов, с	Качество спермы, баллы
I, январь	5,67	116,0	20,4	0,36	165	3,8	8,40	180,0	21,4	0,19	168	4,3
	5,11	195,0	38,1	1,07	128	3,8	7,70	280,0	36,3	0,71	124	4,8
	4,77	205,0	43,0	0,27	167	4,0	5,70	250,0	43,8	0,27	168	4,8
M	5,20	172,0	33,8	0,57	153,3	3,9	7,30	236,7	33,8	0,39	153,3	4,6
±m	0,3	37,3	9,0	0,3	19,6	0,1	1,0	37,8	8,3	0,2	19,6	0,2
CV, %	8,8	28,3	35,1	77,3	14,3	3,0	19,3	21,7	33,7	71,8	16,6	6,2
II, февраль	7,58	289,0	38,1	0,66	89	3,0	10,0	319,0	31,9	0,47	123	4,3
	5,14	291,0	56,6	0,43	175	4,3	7,68	333,0	43,3	0,34	182	5,0
	5,56	258,0	46,4	0,15	109	3,3	7,70	288,0	37,4	0,10	168	4,8
M	6,10	279,3	47,0	0,41	124,3	3,5	8,50	313,3	37,5	0,30	157,6	4,7
±m	1,0	14,2	6,4	0,2	33,8	0,5	1,0	16,9	3,8	0,1	23,1	0,3
CV, %	21,4	6,6	19,7	61,8	36,2	19,3	15,8	7,3	15,2	61,9	19,6	7,7

В заключении можно отметить, что с возрастом (через год) у сибирского осетра увеличивается масса тела и время движения сперматозоидов на 41,1 и 12,0 %, продуцируется больше эякулята – 21,8 %, улучшается визуальное качество спермы – 27,0 %, но уменьшается относительная плодовитость на 11,6%, соответственно. Выявлена зависимость между массой тела и относительной плодовитостью – чем больше производитель, тем меньше количество эякулята, приходящееся на килограмм живой массы, к примеру, у более мелкого самца при массе тела 5,7 кг относительная плодовитость составила 43,8 мл/кг, в то время как у крупной особи массой 10,0 кг – 31,9 мл/кг. Возможно, это связано с хорошим режимом содержания, вследствие чего особи, склонные к высокой потенции роста набирают массу быстрее и репродуктивная система отстает (пластический обмен преобладает над генеративным).

Список литературы

Казаков Р.В., Образцов А.Н. 1990. Методы оценки качества половых клеток рыб: рыбоводная оценка спермы. Обзорная информация. Рыбн. хоз-во. Сер. Марикультура. М.: ВНИЭРХ, 4, 53 с.

Персов Г.М. 1941. Учет осетроводных работ в связи с применением метода гипофизарных инъекций. Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов. Издание ЛГУ, 1941, 42-50.

Чебанов М.С., Галич Е.В. 2013. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Анкара. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству, 325 с.

Опыт запуска систем биоочистки для культивирования австралийского красноклешневого рака

А.А. Глазунов, Д.С. Загорская, Н.П. Ковачева, Р.Р. Борисов, Д.С. Печёнкин

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: morionblack@mail.ru

Аннотация. Исследованы возможности оптимизации процесса запуска установок замкнутого цикла водоиспользования для культивирования австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Эффективность работы систем биологической фильтрации оценивалась по динамике гидрохимических показателей. Установлено, что для ускорения выхода биофильтра на рабочую мощность после дезинфекции с использованием гипохлорита натрия, требуется внесение в систему нитрифицирующих бактерий, ионов аммония и нитрит-ионов. Выявлено, что предпочтительным источником нитрифицирующих бактерий является концентрированный осадок или загрузка из рабочего биофильтра.

Ключевые слова: аквакультура, ракообразные, УЗВ, биофильтрация, австралийский красноклешневый рак, *Cherax quadricarinatus*.

Австралийский красноклешневый рак (АККР) *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) является одним из новых и перспективных объектов индустриальной аквакультуры для южных регионов Российской Федерации (Хорошко, Крючков, 2010). Полный цикл выращивания АККР, составляющий 6-9 месяцев (Борисов и др., 2013), в прудах юга России невозможен из-за короткого сезона оптимальных температур, поэтому для вселения в пруды используется подрощенная молодь. Получение и подрощивание молоди осуществляется в искусственных условиях с использованием установок замкнутого цикла водоиспользования (УЗВ), после чего она выпускается в пруды для выращивания в течение летнего периода (Анкешева и др., 2021). Передержка производителей в зимний период также осуществляется в УЗВ. Наиболее важными этапами подготовки системы биофильтрации для содержания гидробионтов является ее запуск и выход на рабочую мощность. Целью данной работы стала оптимизация процесса запуска систем биоочистки для индустриального выращивания австралийского красноклешневого рака.

В эксперименте использованы 5 установок состоявших из пластиковых емкостей с крышками (рабочий объемом 55 л) и фильтров канистровой конструкции Eheim 2215. Фильтр заполняли пластиковыми шарами сложной формы (площадь поверхности – 1,7 м²). Площадь внутренних поверхностей емкости и фильтра – 1,0 м². Расход циркулирующей воды – 0,6 м³/ч. Предварительно проводили санитарную обработку оборудования установок и наполнителя фильтров раствором гипохлорита натрия. Затем системы промывали, полностью сливали и обсушивали. В начале эксперимента в системы вносили нитрифицирующие бактерии, гидроксид аммония (4,65±0,05 мг/л NH₄⁺) и нитрит натрия (3,00 мг/л NO₂⁻) (DeLong, Losordo, 2012). Источниками нитрифицирующих бактерий служили концентрированный осадок и загрузка из биофильтра, установленного на системе с АККР, а также препарат Stability (Seachem, США).

На протяжении всего процесса запуска систем биофильтрации в емкостях ежедневно определяли температуру воды, содержание растворенного кислорода, pH, концентрацию ионов аммония (NH₄⁺), нитрит-ионов (NO₂⁻) и нитрат-ионов (NO₃⁻). Последующие внесения 10%-ного водного раствора аммиака для достижения концентрации NH₄⁺ в емкостях 1 мг/л производили на вторые сут. после падения в них концентрации NH₄⁺ ниже 0,1 мг/л. На заключительном этапе эксперимента после стабилизации функционирования систем проводили проверку их работоспособности. Для этого на 36 сут. в емкостях установок №2-5

осуществляли смену воды, вносили 10%-ный раствор аммиака (1 мг/л NH_4^+). После достижения в емкостях допустимых при содержании и культивировании АККР уровней содержания NH_4^+ и NO_2^- (на 43 сут.), в них помещали по одной особи массой 20-30 г. Кормление раков осуществляли комбикормом TetraWaferMix (1-2% от массы особей в сут.).

Таблица. Схема внесения реагентов и нитрифицирующих бактерий на старте эксперимента

Установка №	Источник нитрифицирующих бактерий	Раствор аммиака (10%), мл	Нитрит натрия, г
1	Не проводилось (контроль)	2,5	–
2	Концентрированный осадок (200 мл) из биофилтра	2,5	–
3	Загрузка из биофилтра (400 мл)	2,5	–
4	Загрузка из рабочего биофилтра(400 мл)	2,5	0,27
5	Препарат Stability, 1-е сут. - 7,5 мл, 2-8 сут. по 3,75 мл	2,5	–

На протяжении большей части эксперимента температура в емкостях колебалась в диапазоне 24-27°C, оптимальном для развития нитрифицирующих бактерий и культивирования АККР. Содержание растворенного кислорода в ходе эксперимента находилось на высоком уровне и изменялось в интервале 6,73-7,83 мг/л.

В результате внесения в установки №2-5 нитрифицирующих бактерий наблюдалось существенное ускорение процесса запуска биофилтров по сравнению с контролем (установка №1). Формирование биоценоза первой ступени нитрификации, на которой происходит окисление аммиака до нитрит-иона бактериями родов *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus* и *Nitrosospira*, и достижение нетоксичной для гидробионтов близкой к нулю концентрации ионов аммония (менее 0,01 мг/л), наблюдались на 7 сут., что на 11 сут. ранее, чем в контроле (рис.1а). При этом скорость и динамика формирования биоценоза практически не зависела от источника и способа внесения бактерий. Динамика накопления нитрит-ионов в емкостях (рис. 1б) соответствовала процессу окисления аммиака и после плавного подъема на начальном этапе характеризовалась резким скачком, который отражает запуск 1 ступени нитрификации. В контроле формирование бактериального биоценоза происходило значительно медленнее, а динамика снижения концентрации NH_4^+ имела более плавный характер (рис. 1а).

После завершения процесса окисления первично внесенного аммиака каждая новая порция (1 мг/л NH_4^+) перерабатывалась в установках 2-5 в течение сут. (рис. 1а), что свидетельствовало о стабильности работы первой ступени нитрификации в данных вариантах эксперимента. Следует обратить внимание, что в контроле после запуска работы первой ступени биофилтрации каждая дополнительная порция аммиака окислялась, как правило, в течение двух сут., что позволяет говорить о меньшей степени устойчивости и работоспособности бактериального сообщества в контроль.

Для второй ступени нитрификации (окисление нитрит-иона до нитрат-иона бактериями родов *Nitrospira*, *Nitrococcus*, *Nitrospina*) время запуска функционирования при внесении бактерий (установки № 2-5) составило от 22 до 31 суток от начала эксперимента до момента полного окисления присутствующих в системе нитрит-ионов (содержание нитрит-ионов в емкости не превышало 0,01 мг/л) (рис. 1б). Наибольшую скорость формирования сообщества бактерий продемонстрировала установка №2, в которой в качестве источника микроорганизмов использовали 200 мл концентрированного осадка из рабочего биофилтра. Падение концентрации нитрит-ионов в контрольной установке до 0,06 мг/л произошло значительно позже - на 45-е сутки (рис. 1б). В ходе запуска второй ступени биофилтрации фиксировался закономерный рост содержания и накопление нитрат-ионов, динамика которого соответствовала процессу окисления нитрит-ионов (рис. 1б,в).

Добавление нитрита натрия (установка №4) на начальном этапе эксперимента ускорило процесс запуска работы второй ступени биофилтрации (рис. 1б).

После переработки в установках № 2-5 всех нитритов, образовавшихся в ходе работы первой ступени биофильтрации и внесенных на начальном этапе эксперимента, при добавлении каждой новой порции раствора аммиака в емкости существенного увеличения количества нитритов не наблюдалось, а их концентрация колебалась в диапазоне 0,008-0,050 мг/л. При этом в следующие за внесением аммиака двое суток наблюдался плавный рост концентрации нитрат-ионов (рис. 1б,в).

Максимальное содержание нитратов в установках 2-5 на момент выхода второй ступени биофильтрации на полную мощность в среднем составляло $71,46 \pm 3,40$ мг/л (рис. 1в). На 36 сутки в установках № 2-5 произвели подмену воды, и тестовое внесение раствора аммиака. Через сутки содержание ионов аммония снизилось до $0,07 \pm 0,02$ мг/л, а концентрация нитрит-ионов не превысила $0,009 \pm 0,001$ мг/л (рис. 1а,б). После размещения на 43 сут. раков в установках № 2-5, существенных изменений в концентрации NH_4^+ и NO_2^- не наблюдалось.

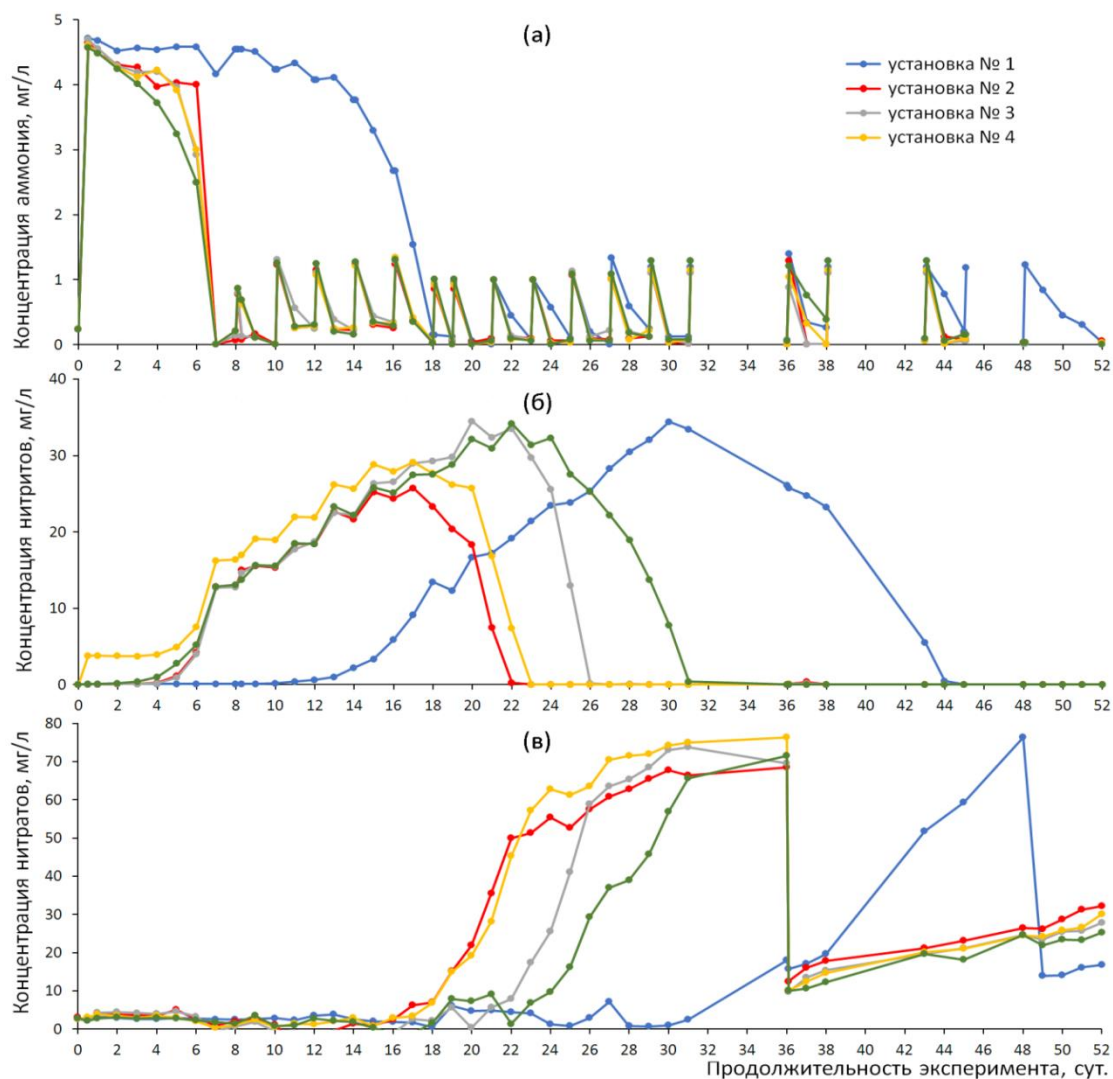


Рисунок 1. Динамика содержания ионов аммония (а), нитрит-ионов (б), нитрат-ионов (в)

Заключение. Эффективными мерами для ускорения процесса запуска биофильтра является внесение в систему нитрифицирующих бактерий, аммиака и нитрита натрия, а также контроль гидрохимических показателей и оценка по их динамике эффективности работы ступеней нитрификации. При использовании в качестве источника бактерий элементов загрузки из работающего биофильтра или концентрированного осадка из него, выход на рабочую мощность происходит в наиболее короткие сроки и составляет 22-24 сут.

Список литературы

Delong D.P., Losordo T.M. 2012. How to start a Biofilter. SRAC Publication. Southern Regional Aqua-culture Center 3: 1-4.

Анкешева Б.М., Тангатарова Р.Р., Пятикопова О.В. 2021. Формирование ремонтно-маточного стада австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в индустриальной аквакультуре. Изв. ТИНРО 201(4): 948-959. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-948-959.

Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Акимова М.Ю., Паршин-Чудин А.В. 2013. Биология и культивирования австралийских красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1898). М.: Изд-во ВНИРО, 47 с.

Хорошко А. В., Крючков В. Н. 2010. Новые направления прудовой аквакультуры в южных регионах России. Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса 2: 51-54.

ТОП-5 моллюсков класса *Bivalvia* в мировой аквакультуре

А.М. Дегтярь¹, А.И. Никифоров^{2,1}

¹Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД России, г. Москва

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: arseny.degtyar@yandex.ru

Аннотация: В работе рассмотрено современное состояние мировой аквакультуры двустворчатых моллюсков. Обсуждаются причины стремительного развития этого направления, приводятся данные о производстве представителей класса *Bivalvia* на аквакультурных хозяйствах в странах-лидерах отрасли. Составлен ТОП-5 наиболее выращиваемых в наибольшем объеме двустворчатых моллюсков. Проведен краткий анализ состояния аквакультуры двустворчатых в Европе и Китае.

Ключевые слова: аквакультура, двустворчатые моллюски, марикультура, *Bivalvia*

В стремительно развивающейся мировой аквакультуре существенное место занимает разведение представителей класса двустворчатых (*Bivalvia*). Перспективное с точки зрения продовольственной безопасности и улучшения качества питания населения, а также экономически выгодное направление марикультуры сосредоточено на большом количестве моллюсков различных видов, культивируемых по всему миру. На выращивание приходится около 89%, а на промысел 11 % мирового производства представителей класса *Bivalvia*. (Smaal et al., 2019).

Согласно Докладу ФАО «Состоянии мирового рыболовства и аквакультуры – 2020», в мировой аквакультуре в 2018 году было произведено более 17,5 миллионов тонн моллюсков. Это число соответствует объему выращенных двустворчатых, так как представители только этого класса из всего типа *Mollusca* широко культивируются человеком. За 8 лет (с 2010 по 2018 год) этот показатель вырос с 13,7 до 17,5 млн тонн (ФАО, 2020). Общая рыночная стоимость всей полученной продукции в среднем составляла 23 миллиарда долларов США в год в 2010-2015 гг. (Smaal et al., 2019).

Аквакультура двустворчатых является устойчивым видом производства продуктов питания. Моллюски находятся на нижних ступенях трофической цепи, являются биофильтраторами вод, в районах их разведения повышается общая продуктивность океана. До сих пор в марикультуре моллюсков во всех странах высока доля ручного труда, что делает продукцию развивающихся стран конкурентоспособной на мировом рынке. Выращивание представителей класса *Bivalvia* является экстенсивной формой аквакультуры, где эффективность культивирования зависит преимущественно от естественной продуктивности морского фитопланктона и показателей качества воды.

Главный фактор стремительного роста отрасли объясняется исключительной пищевой ценностью моллюсков. Двустворчатые – это полезный источник энергии, белка и Омега-3, богатый витаминами А и D, необходимыми микроэлементами (йод, селен, кальций) (Smaal et al., 2019).

В базе данных ФАО «Global Fishery and Aquaculture Statistics» 79 видов двустворчатых моллюсков относят к культивируемым и 93 вида – к промысловым (Smaal et al., 2019). Их можно разделить на 4 основные группы: устрицы, мидии, гребешки и прочие двустворчатые моллюски. В таблице 1 представлены данные о видовой принадлежности наиболее распространенных в мировой аквакультуре двустворчатых моллюсков.

На сегодняшний день большая часть двустворчатых моллюсков производится в Китае (в несколько раз больше, чем все остальные страны мира). Марикультуре в стране придается большое значение как средству экономического развития сельских прибрежных регионов и

улучшения качества питания населения, уровень жизни которого продолжает расти. Рост объемов выращивания в Китае непрерывен с середины прошлого века. Успехи селекционные и генетические исследования помогли многократно увеличить темпы роста производства. В других странах Восточной и Юго-Восточной Азии рост объемов производства двустворчатых нестабилен (Smaal et al., 2019).

Таблица 1. TOP-5 моллюсков класса Bivalvia в мировой аквакультуре *

Систематическая единица класса Bivalvia	Произведено в 2010 г. (тыс. тонн)	Произведено в 2018 г. (тыс. тонн)	Доля на 2018 г. (% от общего числа полученных в мировой аквакультуре двустворчатых)
Устрицы (семейство Ostreidae), включая вид <i>Crassostrea gigas</i>	4211,2	5814,6	33,2
Венерупис филиппинский (вид <i>Ruditapes philippinarum</i>)	3 500,2	4 139,2	23,6
Гребешки морские (семейство Pectinidae)	1360,9	1 918,0	11,0
Мидии морские (семейство Mytilidae), включая вид <i>Mytilus chilensis</i>	1092,9	1570,5	6,9
Китайский моллюск-бритва (вид <i>Sinonovacula constricta</i>)	693,3	852,9	4,9

* По материалам Доклада ФАО «Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020» (ФАО, 2020).

В некоторых странах Европы, где марикультура двустворчатых существует больше тысячи лет, они занимают крупнейшую долю в общем объеме аквакультуры. После сильного спада в конце прошлого века производство стабилизировалось, и некоторые страны Европы входят в настоящее время в число мировых лидеров по производству двустворчатых моллюсков (см. таблицу 2) (Smaal et al., 2019).

Таблица 2. Основные мировые производители двустворчатых моллюсков в аквакультурных хозяйствах (2018 год).*

Страна	Объем производства представителей класса Bivalvia (тыс. тонн, живой вес)	Доля двустворчатых в общем объеме продукции аквакультуры, %	Преобладающие выращиваемые виды
Китай	13 358,3	28,1	Устрицы (Род <i>Crassostrea</i>)
Республика Корея	391,1	68,8	Устрица гигантская (<i>Crassostrea gigas</i>)
Чили	376,9	29,8	Чилийская мидия (<i>Mytilus chilensis</i>)
Япония	350,4	54,5	Гребешок приморский (<i>Patinopecten yessoensis</i>)
Вьетнам	300,5	7,2	Кровавый моллюск (<i>Tegillarca granosa</i>)
Испания	287,0	82,5	Мидия средиземноморская (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)
США	181,1	38,7	Виргинская устрица (<i>Crassostrea virginica</i>)
Франция	144,8	78,2	Устрица гигантская (<i>Crassostrea gigas</i>)
Италия	93,2	65,0	Мидия средиземноморская (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)
Таиланд	93,1	10,1	Азиатская зеленая мидия (<i>Perna viridi</i>)

* По материалам Открытой базы данных ФАО, Открытой базы данных Всемирного Банк и van der Schatte Olivier et al. (2018).

Список литературы

ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО, с. 21–367

Aad C. Smaal, Joao G. Ferreira, Jon Grant Jens K. Petersen, Øivind Strand. 2019. Goods and Services of Marine Bivalves. Ed.: SpringerOpen, pp 7 – 26.

van der Schatte Olivier A., Jones L., Vay L. L., Christie M., Wilson J., Malham S.K. (2020). A global review of the ecosystem services provided by bivalve aquaculture // *Reviews in Aquaculture* 12(1): 3-25.

Рост и размерно-возрастная структура стерляди (*Asipenser ruthenus* L.) р. Молога Вологодской области в условиях её реакклиматизации

А.А. Игнашев¹, Борисов М.Я.²

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

Аннотация. В работе рассмотрены особенности размерно-возрастной структуры и рост формируемой в результате реакклиматизационных мероприятий популяции стерляди р. Молога Вологодской области. Изучены роль данного вида в структуре научно-исследовательских уловов рыбы в р. Молога в 2018-2021 г.г., размерный, весовой и возрастной состав уловов, а также линейный и весовой рост стерляди.

Ключевые слова: стерлядь (*Asipenser ruthenus* L.), размерно-возрастная структура, линейный и весовой рост, река Молога, Вологодская область.

Стерлядь (*Asipenser ruthenus* L.) в водоемах Вологодской области является самым ценным видом рыб и единственным представителем осетровых с естественным воспроизводством [Борисов и др., 2019]. Ранее она обитала в р.р. Сухона, Юг, Вага, Шексна, Молога, изредка встречалась в озерах Онежском, Белом, Кубенском. В волжском бассейне (р.р. Шексна, Молога) данный вид потерял промысловое значение в начале XX века, хотя ранее здесь существовал её специализированный лов. К настоящему времени достоверных сведений, что популяция стерляди сохранилась в данных водотоках, нет. В Вологодской области с 2014 года реализуются мероприятия по искусственному воспроизводству стерляди в рамках компенсации вреда, нанесенного водным биологическим ресурсам при производстве работ на водных объектах региона. За этот период в водные объекты региона выпущено свыше 2 млн. сеголеток стерляди. Наиболее значимый положительный результат от выпусков молоди стерляди был получен в р. Молога.

Ихтиологический материал собирался из ставных жаберных сетей с шагом яч. 20-60 мм. Сети устанавливались порядками в прибрежной и медиальной частях реки в районе д. Ванское и д. Бугры Устюженского района Вологодской области. Все рыбы подвергались полному биологическому анализу. Длину рыб измеряли до корней средних лучей хвостового плавника. Возраст стерляди определяли в лабораторных условиях по спилам маргинальных лучей грудных плавников. Общий объем собранного ихтиологического материала составил 401 экземпляр.

Река Молога является крупнейшим притоком Рыбинского водохранилища, её длина по данным государственного водного реестра 456 км., а площадь водосборного бассейна почти 30 тыс. км². В местах проведения исследований ширина реки составляет 200-360 м, глубина до 6 м, скорость течения 0,05 – 0,1 м/сек. Выпуск молоди стерляди в р. Молога осуществлялся с 2016 по 2022 г.г. в нижнем её течении примерно в 30 км от устья в районе д. Ванское Устюженского района Вологодской области. За данный период выпущено почти 350 тыс. сеголеток стерляди средней навеской 5,0 – 10 гр., в том числе в 2016 г. 13,3 тыс. экз., 2017 г. – 142,8 тыс. экз. 2019 г. – 120,6 тыс. экз., в 2020 г. – 170 тыс. экз., в 2021 г. – 2,6 тыс. экз., в 2022 г. – 1,2 тыс. экз. При проведении научно-исследовательского лова ставными сетями разновозрастная стерлядь обнаружена как непосредственно в месте выпуска молоди в районе д. Ванское, так и в 25 км ниже по течению в районе д. Бугры. Доля стерляди в общих уловах на русловых участках реки варьировала в разные годы от 29,3% до 49,3% по численности и от 26,0% до 64,0% по биомассе (табл. 1). Наиболее высокая доля стерляди в уловах отмечалась в 2019 и 2021 годах. В эти же годы фиксировались и самые высокие показатели улова стерляди на одну сеть в сутки, составляя 7,5 экз. и 8,3 экз., 1,63 кг и 1,58 кг соответственно. На ряду со стерлядью в уловах в значительных количествах отмечались

густера, белоглазка, плотва, в меньших – окунь, ерш, лещ, берш, чехонь, синец, единично – судак, сом, голавль. При постановке сетей в прибрежных участках реки стерлядь в уловах не отмечалась.

Таблица 1. Промыслово-биологическая характеристика стерляди р. Молога по результатам научно-исследовательского лова ставными сетями в 2018-2021 гг.

Год	Доля по N, %	Длина, см			Улов на сеть в сутки, экз.	Доля по В, %	Масса, гр.			Улов на сеть в сутки, кг
		средняя	min	max			средняя	min	max	
2018	33,1	28,9	24	37	5,0	26,0	135,5	75	224	0,68
2019	48,1	32,4	26	41	7,5	56,3	192,0	82	380	1,63
2020	29,3	36,9	23	44	3,9	46,2	264,4	44	676	1,04
2021	49,3	29,0	23	46	8,3	64,0	191,9	56	736	1,58

В условиях искусственного воспроизводства размерный, весовой и возрастной состав уловов стерляди определяется прежде всего объемами выпуска молоди. Так, если в 2018 году в уловах встречалась стерлядь двух возрастных групп (1+, 2+) от выпусков 2016 и 2017 г.г., то в 2021 году четырех возрастных групп (1+, 2+, 4+, 5+) от выпусков 2016, 2017, 2019 и 2020 г.г. С ростом числа возрастных групп в популяции размерный и весовой состав уловов становится более разнообразным. В уловах 2018 г. длина рыб варьировала в пределах 24-35 см, в 2019 г. – 26-41 см, 2020 г. – 20-44 см, а 2021 г. – 20-46 см, при этом масса рыб составила 76-224 г., 82-380 г., 44-676 г и 56-736 г. соответственно. После выпусков молоди стерлядь начинает попадаться в ставные сети уже на следующий год. Первый крупный выпуск (142,8 тыс. штук) стерляди в р. Молога был произведен в 2017 г., а уже на следующий год выросшие до 24-31 см длиной и 76-198 г массой рыбы в большом количестве отмечались в уловах. Общая доля рыб поколения 2017 г. выпуска на следующий год составила 95,6%, а в 2019 г. – 97,1%. Высокая доля рыб этого поколения в первые два года наблюдений связана, как с большими объемами вселения, так и с незначительным количеством выпущенных рыб в 2016 г. и отсутствием мероприятий по искусственному воспроизводству в 2018 г. В последующие годы исследований численность стерляди поколения 2017 года оставалась высокой, а доля в уловах в 2020 г. составила 57,8%, а 2021 г. – 21,5 %.

Таблица 2. Размерный, весовой и возрастной состав уловов стерляди р. Молога, %

Год исследования	Длина, см									Экз.
	20-22	23-25	26-28	29-31	32-34	35-37	38-40	41-43	44-46	
2018	–	11,1	35,6	51,1	–	2,2	–	–	–	45
2019	–	–	7,4	33,1	36,0	19,1	2,9	1,5	–	136
2020	8,5	23,9	7,0	–	7,0	15,5	22,5	8,5	7,0	71
2021	1,3	14,8	48,3	12,1	4,0	5,4	8,1	4,7	1,3	149

Год исследования	Масса, г								Экз.
	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	
2018	11,1	86,7	2,2	–	–	–	–	–	45
2019	0,7	59,6	33,8	5,9	–	–	–	–	136
2020	38,0	4,2	7,0	21,1	23,9	4,2	1,4	–	71
2021	10,7	65,8	3,4	7,4	3,4	6,7	1,3	1,3	149

Год исследования	Возраст, лет					Экз.
	1+	2+	3+	4+	5+	
2018	95,6	4,4	–	–	–	45
2019	–	97,1	2,9	–	–	136
2020	39,4	–	57,8	2,8	–	71
2021	2,0	74,5	–	21,5	2,0	149

В условиях р. Молога стерлядь наиболее интенсивно растет в первый год жизни. Через год после выпуска длина некоторых особей стерляди превышала 30 см, а масса 200 гр. Наиболее интенсивно выпущенная в реку молодь росла в первые годы искусственного воспроизводства данного вида в р. Молога. Так, средняя длина годовиков от выпуска 2017 г. составила 28,3 см, 2019 г. – 23,7 см., а 2020 г. – 22,3 см. Еще более значительные отличия отмечаются в весовом росте. Если в 2018 г. Средняя масса годовиков была 113,5 гр., то в 2020 г. она была в два раза меньше (72,6 гр.), а 2021 г. составила 62,6 гр. Выявленные отличия в линейно-весовом росте рыб на первом году жизни, по-видимому, связаны со снижением обеспеченности пищей рыб в условиях роста численности стада. Не смотря, на отмеченное снижение прироста в последние годы, общий темп роста стерляди в р. Молога высокий в сравнении с популяциями из р. Волга, Кама и Ока, а также водохранилищ Волжского каскада [Быков, 2021]. В дальнейшем линейный ежегодный прирост рыб снижается до 3-6 см в год, а в более старших возрастах не превышает 1-2 см. В тоже время, на фоне замедления линейного роста, отмечается интенсивный рост массы. В отдельные годы ежегодные приросты массы тела превышают 100-200 гр.

Таблица 3. Линейный и весовой рост стерляди р. Молога

Год исследования	Возраст	Длина, см		Масса, гр.	
		средняя	min- max	средняя	min- max
2018	1+	28,3	24-31	133,5	76-198
	2+	33,3	31-35	210,0	196-224
2019	2+	32,2	26-39	187,8	82-330
	3+	40,3	39-41	376,7	372-380
2020	1+	23,7	20-27	72,6	44-104
	3+	36,2	32-44	378,1	182-584
	4+	43,3	41-44	616,3	562-676
2021	1+	22,3	20-25	62,6	56-70
	2+	26,8	24-31	118,3	70-156
	4+	38,5	30-42	439,2	240-596
	5+	44,3	44-47	728,0	656-736

В ходе проведения реакклиматизационных мероприятий стерлядь стала играть ведущую роль в ихтиоценозе открытых медиальных участков р. Молога. Размерный, весовой и возрастной состав формируемой популяции в настоящее время определяется количеством выпускаемой в отдельные годы молоди стерляди. Для формирования многовозрастной популяционной структуры необходимы ежегодные мероприятия по искусственному воспроизводству данного вида в р. Молога. Как и в других водных объектах, в реке Молога, наиболее интенсивный линейный рост стерляди отмечается в первый год жизни, а в более старших возрастах наблюдается весовой рост.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» №076-00007-22-00

Список литературы

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

Быков А.Д. 2021. Рост и размерно-возрастная структура стерляди реки Ока // Труды ВНИРО 183: 49-60.

Оценка стабильности развития русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*), выращенного с использованием разных технологий выращивания

П.С. Илюшина, А.С. Елизарова, А.В. Бригида

Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», пос.им. Воровского
E-mail: fish-vniir@mail.ru

Аннотация. Были изучены сеголетки и трёхлетки русского осетра, культивированных в рыбоводных хозяйствах различных типов. Оценка отклонения состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития велась с помощью средней частоты асимметричного проявления признака. Для анализа были выбраны следующие признаки: число жучек в боковом и брюшном рядах и количество лучей в грудных и брюшных плавниках. Наибольшая частота асимметричного проявления на признак наблюдалась у трёхлетков русского осетра из МПЭРЗ, так как на предприятии осуществляется полноциклическое культивирование с применением установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), и степень вмешательства человека в процесс развития здесь очень высок.

Ключевые слова: русский осётр, флуктуирующая асимметрия, билатеральные признаки, стабильность развития

Введение. На развитие русского осетра на всех этапах онтогенеза оказывают влияние различные факторы среды обитания. В естественной среде это будут биотические факторы, такие как взаимоотношения между особями одного или разных видов, и абиотические – химические свойства воды, кислородный и термический режим, освещённость. В индустриальных условиях выращивания к вышеперечисленным факторам добавляется антропогенное воздействие. При чём при разных технологиях выращивания влияние человеческого фактора на стабильность развития русского осетра будет проявляться в большей или меньшей степени.

В настоящее время для воспроизводства русского осетра в Российской Федерации используются в основном интенсивная и индустриальная технология выращивания. При интенсивном способе рыбы выращиваются в прудах малой площади, садках и бассейнах. Индустриальный способ характеризуется использованием установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). (Головина и др., 2019)

Целью наших исследований стала оценка стабильности развития русского осетра, выращенного на рыбоводных заводах разного типа.

Материал и методика. Нами были изучены сеголетки и трёхлетки русского осетра, выросшие в следующих рыбоводных хозяйствах:

– Бертюльский осетровый рыбоводный завод (БОРЗ), характеризующийся интенсивной прудовой технологией воспроизводства. Были посмертно исследованы билатеральные признаки 50 сеголеток.

– Рыбоводное хозяйство Электрогорской ГРЭС им. Р. Э. Классона (Рыбхоз Электрогорской ГРЭС), характеризующееся интенсивной садковой технологией воспроизводства. Постмортально исследовано 30 сеголеток.

– Можайский производственно-экспериментальный рыбоводный завод (МПЭРЗ), характеризующийся индустриальной технологией воспроизводства с использованием УЗВ. Прижизненное исследование 50 трёхлеток осуществлялось

посредством фотосъемки, с помощью которой были зафиксированы изучаемые билатеральные признаки (рисунок).



Рисунок. Прижизненная оценка билатеральных признаков у русского осетра

Обработка данных по оценке стабильности развития с использованием счетных билатеральных признаков, производилась согласно Методическим рекомендациям по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ, 2003. Для анализа были выбраны следующие признаки: число жучек в боковом и брюшном рядах и количество лучей в грудных и брюшных плавниках.

Результаты и обсуждения. В таблице 1 представлена оценка результатов, полученных в процессе исследования билатеральных признаков русского осетра.

Таблица 1. Средняя частота асимметричного проявления на признак в исследуемых выборках русского осетра

Рыбоводное хозяйство	Средняя частота асимметричного проявления на признак
Рыбхоз Электрогорской ГРЭС	0,7
МПЭРЗ	0,8
БОРЗ	0,6

Во всех проанализированных нами группах отмечены достаточно высокие отклонения состояния организма от условной нормы, что согласно пятибалльной шкале оценки, разработанной Захаровым, свидетельствует о высокой антропогенной нагрузке. Необходимо при этом отметить, что наибольшая частота асимметричного проявления на признак (0,8) наблюдалась у выборки из Можайского производственно-экспериментального рыбноводного завода, а наименьшая (0,6) - у выборки из Бертюльского осетрового рыбноводного завода.

В БОРЗ, как было указано выше, используется интенсивная прудовая технология воспроизводства, а следовательно, исследуемая группа сеголетков, как и маточные родительские стада, находились в условиях, приближенных к естественным. Степень вмешательства человека в процесс развития рыбы, по сравнению с другими типами воспроизводства, здесь не высока.

Индустриальный способ воспроизводства с использованием УЗВ, который применяется на МПЭРЗ, напротив характеризуется высокой антропогенной нагрузкой на рост и развитие выращиваемой в нём рыбы. Именно это, по нашему мнению, привело к наибольшему снижению стабильности развития, по сравнению с другими исследуемыми группами.

Выводы. Полученные результаты оценки средней частоты асимметричного проявления на признак, показывают, что наибольшее влияние на стабильность развития русского осетра оказывает антропогенный фактор. Наименьшее давление на стабильность развития организма, оцениваемый по значению средней частоты асимметричного проявления на признак наблюдается в рыбоводных хозяйствах с интенсивным способом воспроизводства в прудах малой площади

Работа выполнена в рамках Госзадания, № НИОКТР 1021061910491-5-4.1.3

Список литературы

Головина Н.А. 2019. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: науч. аналит. обзор / Н.А. Головина, Н.Н. Романова, П.П. Головин и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019 – 88 с.

Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Утверждены Распоряжением МПР №460-р от 16.10.2003. - Москва, 2003.

Эффективность рыбоводных мероприятий по искусственному воспроизводству байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) на Большереченском рыбоводном заводе

А.Е. Коркина

Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Улан-Удэ
E-mail: sasha.korkina.1997@mail.ru

Анотация: В данной работе приведены материалы по сравнительному анализу рыбоводных показателей при искусственном воспроизводстве байкальского омуля за период с 2000 по 2021 гг. на Большереченском рыбоводном заводе. И результаты инкубации икры байкальского омуля на Селенгинском экспериментальном рыбоводном заводе (СЭРЗ) в 2021-2022 гг.

Ключевые слова: байкальский омуль, воспроизводство, производители, икра, личинки

Большереченский омулевый рыбоводный завод (БоРЗ), занимается воспроизводством придонно – глубоководной морфогруппы байкальского омуля, заходящего в реки Посольского сора. Завод введен в эксплуатацию в 1933 году. Проектная мощность завода рассчитана на 1,25 млрд. шт. икринок омуля. Сбор икры на всех рыбоводных заводах Байкала осуществляется по наиболее прогрессивной технологии – экологическим методом [Дзюменко Н.Ф., 2007; Дзюменко Н.Ф., 2005; Дзюменко Н.Ф., 1987]. Новая технология принципиально позволяет не только для омуля, но и для других ценных видов рыб перейти от моноциклического к полициклическому статусу искусственно воспроизводимых популяций за счет выпуска производителей после нереста и, в случае необходимости, осуществить переход на управляемое воспроизводство [Дзюменко Н.Ф., 2007]. Рыбоводная продукция выпускается в основном в виде личинок в момент перехода на смешанное питание, что обусловлено, преимущественно, экономическим и экологическим фактором. Вместе с тем, возможность выпуска личинок, а не подрощенной молоди, соответствует экологии скатывающихся личинок омуля. Нагул личинок омуля, как и молоди большинства пелагических проходных рыб, приурочен к приустьевым мелководным зонам нерестовых рек и водоемам прибрежно-соровой системы Байкала, что обеспечивает им достаточную жизнестойкость [Семенченко, С. М., 2001]. Эффективность стратегии массового зарыбления Байкала личинками омуля была подтверждена полувековой деятельностью Большереченского рыбоводного завода к моменту ввода новых заводов в конце 70-х годов. За этот период благодаря расширенному воспроизводству численность нерестовых стад воспроизводимого заводом посольского омуля увеличилась на два порядка.

30-й период искусственного воспроизводства байкальского омуля претерпевал спады и подъемы количества заготовленных производителей, заложенной икры и выпущенных личинок.

Пик максимально заготовленного количества производителей был в 2003 г.- 523,54 тыс. шт., в 2016 г. было минимально заготовленное количество производителей – 9,3 тыс.шт. Разница в более 98%.

Данные по заготовке производителей байкальского омуля для Большереченского рыбоводного завода и количестве собранной икры от производителей байкальского омуля на Большереченском рыбоводном заводе по годам показаны в графике №1. Наибольшее количество собранной икры приходится на 2001 г. - 1521,2 млн. шт., наименьшее на 2015 - 55,014 млн.шт.

Однако, большее количество заготавливаемых производителей не гарантирует большего количества собранной икры, что показано на графике №1.

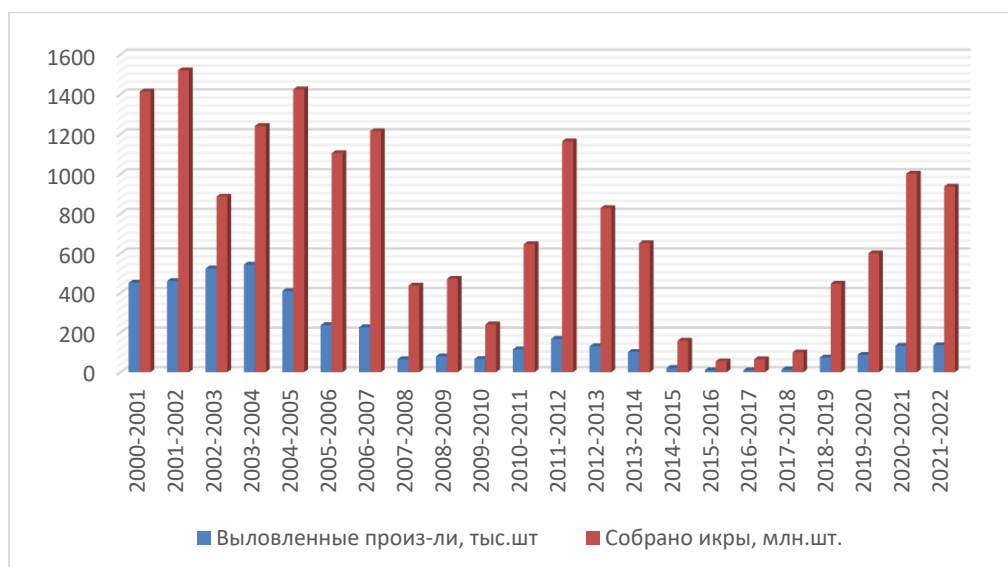


Рисунок 1. Соотношение количества заготавливаемых производителей байкальского омуля и количества собранной икры [Сводные таблицы].

Количество закладываемой на инкубацию икры от собранной может быть ниже по причине ее отхода. По графику №2 продемонстрировано, что максимально заложенное на инкубацию количество икры приходится на 2001 год – 1122 млн.шт, минимальное – на 2015 год - 55,014 млн.шт. Соответственно в эти года был максимальное и минимальное, количество собранной икры, а также выпуски личинки байкальского омуля посольской популяции. Количество заложенной икры на 2015 год по сравнению с 2001 годом снизилось на 95%, однако на 2020 год разница составила всего 10%. По выпуску личинок в 2021 году, значения почти достигали максимального количества выпускаемых личинок в 2002 году, это говорило о положительной динамике рыбоводных мероприятий. Однако в 2021 году на Большереченском рыбоводном заводе была начата реконструкция, сбор икры осуществлялся экологическим методом на садковой линии на базе завода, а в дальнейшем икра была перевезена на инкубацию на Селенгинский экспериментальный рыбоводный завод.

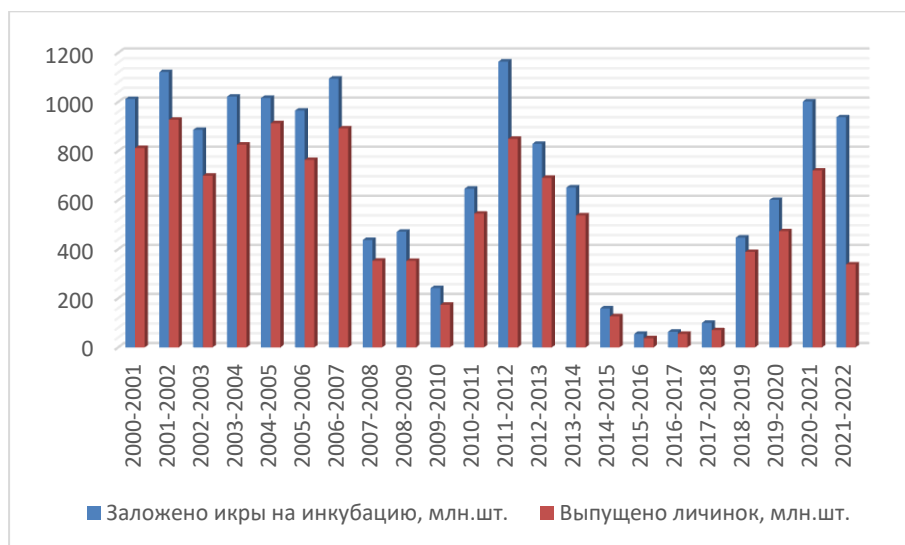


Рисунок 2. Соотношение количества заложенной икры и выпускаемых личинок на Большереченском рыбоводном заводе (2000-2021 гг.), Селенгинском экспериментальном рыбоводном заводе (2021 -2022 гг) [Сводные таблицы].

Выводы. Масштабы заводского воспроизводства байкальского омуля беспрецедентны и не имеют аналогов в мировой практике разведения сиговых рыб. За тридцатилетний период деятельности Большереченского рыбоводного завода на Байкале было собрано более 25 млрд шт. икры и выпущено более 17 млрд шт. личинок омуля. В среднем за последние тридцать лет ежегодно собиралось 812,6 млн. шт. икры и выпускалось в Байкал 553,6 млн шт. личинок омуля.

Как главный итог этой деятельности можно рассматривать сохранение достаточно стабильного положения с пополнением байкальского омуля на протяжении последних трех десятилетий, на фоне возрастающего антропогенного воздействия на экосистему озера.

С 2013 по 2018 гг. была отмечена явная тенденция к снижению эффективности работы байкальских рыбоводных заводов. В 2016 г. выпуск личинок с Большереченского рыбоводного завода составил всего 37,506 млн. экз., по причинам низкого количества производителей, заходящих на нерест.

В октябре 2017 г. был введен запрет на промышленную добычу байкальского омуля. Также со стороны рыбоохраны и других структур проводятся работы по предотвращению вылова рыбы браконьерами. И уже с 2018 г. Большереченским рыбоводным заводом заготавливается большее количество производителей и выпуск личинок в 2019 г. составил 389,078 млн.шт. В 2020 г. выпуск составил 473,121 млн.шт., в 2021 – 818 млн.шт.

Хоть и наблюдалась положительная динамика рыбоводных мероприятий с 2018 по 2021 гг, однако состояние рыбоводных предприятий Бурятии по воспроизводству водных биоресурсов, в частности омуля, удручающее. На Большереченском рыбоводном заводе с момента ввода в эксплуатацию (1933 г.) не проводились глобальные работы по ремонту, что сказывалось на работе водоснабжения и не безопасности конструкций. В связи с реконструкцией Большереченского рыбоводного завода в 2021 году, инкубация икры байкальского омуля проводилась на Селенгинском экспериментальном рыбоводном заводе. На инкубацию было заложено 937,378 млн. шт. икры, из них живой 773,337 млн.шт.(82,5%). В ходе первых месяцев инкубации начался массовый отход икры, который после снизился. По итогам инвентаризации икры на конец марта 2022 года осталось 339,093 млн.шт. икры (44 % от живой икры, 36% от заложенной). Причина гибели по настоящий момент не выявлена, однако можно предположить, что и состояние Селенгинского экспериментального рыбоводного завода претерпевает технические проблемы и снижение мощностей, в связи с отсутствием ремонтных работ. Следует заметить, что на данном заводе проводится зимовка производителей сибирского (байкальского) осетра, а в весенний период мероприятия по получению икры и подращиванию личинок и молоди. Возможно технические возможности по достаточному водоснабжению на момент одновременной инкубации икры байкальского омуля в таком большом количестве (последние 15 лет количество инкубируемой икры омуля не превышало 360 млн.шт.) и проведению зимовки производителей сибирского (байкальского) осетра имели неполадки в непрерывности подачи воды, что могло привести к недостаточному содержанию кислорода и вызвать гибель икры.

Список литературы

Дзюменко Н.Ф. Искусственное разведение байкальского омуля // Рыбы озера Байкал и его бассейна. – Улан-Удэ, 2007. – С 184-194.

Дзюменко Н.Ф., Семенченко С.М. Сбор икры сиговых рыб в речных условиях // Рыбное хозяйство. № 6. - 1987. - С. 44-46.

Дзюменко Н.Ф.. Экологический метод сбора икры омуля на рыбоводных заводах в бассейне оз. Байкал. - Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2005. - 82 с.

Сводные таблицы Путин Байкальского филиала ФГБУ «Главрыбвод» к отчетам по выданным Разрешениям с 2000 по 2021 гг.

Семенченко С.М. Общая характеристика заводского воспроизводства / С.М. Семенченко, С.Э. Палубис, С.Г. Майстренко // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства байкальского омуля. – СПб., 2001. – С. 25-34.

Коррекция физиологического состояния осетровых рыб при потере массы в условиях садковых хозяйств

А.О. Королев^{1,2}, А.В. Конькова¹, А.В. Поляков^{1,3}, Д.В. Пьянов¹

¹Астраханский государственный университет им В.Н. Татищева (ФГБОУ ВО «АГУ им. В.Н. Татищева»), г. Астрахань,

²ООО Рыбоводная компания «АКВАТРЕЙД», Астраханская область

³Крестьянско-фермерское хозяйство Ю.С. Полякова, Астраханская область

E-mail: fktif@mail.ru

Аннотация. В условиях садковых рыбоводных хозяйств в связи с переуплотнением садковых линий возросли случаи большой конкуренции среди выращиваемых рыб и быстрой дифференцировки особей на крупных и мелких, затяжной характер которой приводит к уменьшению темпа роста и резкой потере массы последних. В связи с этим необходима разработка мер, направленных на профилактику возникновения подобных случаев, а также устранения последствий. В работе приводятся результаты доступной коррекции физиологического состояния осетровых рыб при потере массы в условиях садковых хозяйств Астраханской области.

Ключевые слова: русский осетр, стерлядь, коррекция физиологического состояния, садковое рыбное хозяйство, Астраханская область.

В настоящее время садковое выращивание в пресных и морских водах как в России, так и близко расположенных странах, является высокоэффективным способом аквакультуры (Борисов, 2020; Бугров И.Л., 2015; Бугров Л.Ю., 2015; Павленко, Новоселов, Студенов, 2017). Наравне с другими регионами страны Астраханская область, имеет важное рыбохозяйственное значение, в том числе за счет эффективной работы небольших садковых хозяйств и крупных садковых комплексов. Возрастающие потребности населения в свежей рыбной продукции требуют от хозяйств постоянного наращивания объемов, что при ограниченных мощностях рыбоводных площадей неизбежно будет приводить к переуплотнению объектов выращивания, и, соответственно, к уменьшению их темпа роста и резкой потере массы. В связи с этим, целью настоящей статьи явилась попытка проведения коррекции физиологического состояния осетровых рыб при потере массы в условиях садковых хозяйств Астраханской области доступными и несложными способами.

Материалом для настоящей работы послужили результаты содержания старших возрастных групп русского осетра на садковой линии ООО «Рыбоводная компания «АКВАТРЕЙД» (РФ, Астраханская область, Приволжский район) и молоди стерляди на садковой линии КФХ Ю.С. Полякова (РФ, Астраханская область, Икрянинский район) в мае-августе 2022 г. Содержание и уход за выращиваемыми рыбами проводили в соответствии с биотехническими нормами (Васильева и др., 2006). Регулярно осуществляли наблюдение за состоянием и поведением рыб, кормление, уход за конструкцией садков, контроль за гидролого-гидрохимическим режимом.

Как правило, осетровая садковая ферма бывает представлена несколькими садками, предназначенными для различных возрастных групп выращиваемых объектов. Они отличаются как своими размерами, так и материалом сетного полотна, из которого изготовлены стенки садков, требующего определенного навыка обращения с ним, в том числе и регулярной очистки. Наряду с обеспечением чистоты постоянно загрязняющегося сетного полотна залогом активного набора массы при разведении осетровых рыб в садках считается комплекс мероприятий, таких как соблюдение биотехнологических норм, поддержание оптимальных гидролого-гидрохимических условий,

а также применение специальных сбалансированных кормов. Однако хозяйства не застрахованы от различных форс-мажорных ситуаций, которые могут явиться причиной ухудшения физиологического состояния рыб. Иногда бывают случаи вынужденных пересадок рыб, связанных с их переуплотнением. Такие вынужденные мероприятия были зафиксированы и в садковых хозяйствах, на которых проводили исследования. При контрольных обловах в начале мая наравне с рыбами, имеющими стандартные размерно-весовые показатели, были выявлены и сильно отстающие в темпе роста. Было принято решение отсадить таких особей в небольшие специализированные садки, площадь каждого из которых составляла 10 м², и провести комплексное наблюдение.

Так на садковой линии «АКВАТРЕЙД» из основного садка была отсортированы отстающие в массе рыбы в количестве 15 экз. для возможности наблюдения за ними и проведения коррекции физиологического состояния. Кормление производили вручную 3 раза в сутки, наблюдая за поедаемостью корма и накормленностью каждой особи. Помимо сухого корма в рацион вводили пастообразные корма, которые готовили из размороженной обыкновенной каспийской тюльки / кильки (*Clupeonella caspia* Svetovidov, 1941) и перемолотого корма для осетровых рыб DIBAQ ESTURION в соотношении 6:4, с добавлением кормовой добавки «Витамин С» из расчета 1 г на 10 кг полученного корма. Все перечисленные выше компоненты тщательно перемалывали с помощью крупной мясорубки. Полученный пастообразный корм разделяли на порции по 1 кг. Из расчета норм кормления соотношение использования пасты и сухих кормов рассчитывали, как 1:2, где 1 – это количество кормлений пастой, а 2 – это кормление сухими комбикормами. Обычно кормление пастообразным кормом производили один раз в день. Кормление таким кормом заключалось в опщипывании небольших кусочков от порции и их распределении по всей площади специального садка. На дне садка был установлен кормовой стол с очень мелкой ячейкой, что обеспечивало полноценное кормление рыбы.

Таблица. Масса отобранных особей русского осетра в процессе реабилитационных мероприятий в специализированном садке на ООО «АРК «АКВАТРЕЙД»

№ рыб по порядку	Масса рыбы в начале наблюдения, кг	Масса рыбы по завершению наблюдения, кг
1	5,6	6,9
2	5,0	6,5
3	4,8	5,9
4	6,1	6,5
5	4,6	6,7
6	5,4	6,6
7	5,4	5,8
8	5,1	6,8
9	5,9	6,1
10	4,7	6,3
11	5,7	5,9
12	4,6	6,4
13	4,9	6,7
14	5,0	5,3
15	5,1	5,6
Среднее	5,2 ±0,1	6,3 ±0,1

В течение трех месяцев наблюдения за отсаженными рыбами был замечен постепенный прогресс в их состоянии. Так, через 10 дней наблюдений у всех рыб были отмечены положительные реакции на корм, через 20 дней - рыба стала гораздо активнее, появилась реакция на свет и тень при поднятии садка, все особи охотно поедали корм, через 30 дней – все реакции у всех рыб восстановились, стали адекватными. Несмотря на заметные улучшения, было принято решение для закрепления результата довести срок содержания рыб до трех месяцев. По окончании эксперимента контрольное взвешивание показало

прирост массы рыбы в среднем на 1,1 кг, физиологическое состояние рыбы было восстановлено.

Параллельно с наблюдением над русским осетром на другом хозяйстве проводили аналогичную работу с молодью стерляди. Так, на садковой линии КФХ Ю.С. Полякова также при контрольном облове в мае была выявлена и отсажена в отдельный садок отстающая в размерах молодь. Ей также как и для русского осетра были созданы специальные условия: уменьшена плотность посадки, улучшен газовый режим, усилены мероприятия, направленные на поддержание чистоты садков и контроль гидрологических условий, кормление проводили как сухим кормом, так и пастообразными смесями, осуществлено наблюдение за поедаемостью и накормленностью каждой особи. Состояние отсаженных рыб за три месяца заметно улучшилось: размерно-весовые показатели выровнялись по отношению к своей возрастной группе, восстановились все реакции.

Таким образом, проведенная работа по коррекции состояния осетровых рыб в условиях садковых хозяйств свидетельствовала о том, что отстающая в темпе роста рыба может восстановиться с помощью комплекса доступных реабилитационных мероприятий, направленных главным образом на улучшение условий выращивания. В связи с некоторой ограниченностью перечня лечебно-профилактических препаратов для рыб, включенных в реестры разрешенных лекарственных средств и кормовых добавок Россельсхоза Ирена, на хозяйствах необходимо усилить работу по поддержанию физиологического состояния гидробионтов всеми доступными способами, согласно ветеринарному законодательству. Поэтому для профилактики, для предупреждения возникновения различных отклонений от физиологической нормы у объектов выращивания необходимо, главным образом, усилить работу по соблюдению всех норм биотехнологического процесса и оптимизировать кормление рыб сбалансированными кормами.

Список литературы

Борисов А.С. 2020. Тенденции развития рыбоводства в России // Актуальные проблемы и перспективы инновационной агроэкономики: 23-28.

Бугров И.Л. 2015. Экономические аспекты сравнительного анализа моделей товарного лососеводства на Северных и Южных морских бассейнах России// Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: Материалы Международной научной конференции, 28 сентября – 2 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ».- Изд-во: ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015: 14-17

Бугров Л.Ю. 2015. Опыт и перспективы круглогодичного выращивания лососевых рыб на Черном море // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: Материалы Международной научной конференции, 28 сентября – 2 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ». - Изд-во: ФГБНУ «АзНИИРХ» : 17-20

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

Павленко В.И., Новоселов А.П., Студенов И.И. 2017. Перспективные направления пресноводной аквакультуры на европейском севере России // Арктика: экология и экономика 2 (26): 105-116.

Морфофизиологическая характеристика реципрокных гибридов калуги и стерляди в возрасте от сеголеток до трёхлеток

В.А. Свидерский^{1,2}, А.В. Корнилова¹

¹Тихоокеанский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ТИНРО»), г. Владивосток

²Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет "Дальрыбвтуз", г. Владивосток
E-mail: victor.sviderskiy@mail.ru

Аннотация. Проанализированы данные по массе порки, индексов внутренних органов (сердце, печень, гонады и селезенка) у калуги, стерляди и их реципрокных гибридов в возрасте сеголеток, двухлеток и трёхлеток. Калуга на всех этапах роста имела максимальные значения индекса печени, сердца и селезенки, а стерлядь напротив наименьшие показатели. Гибриды занимали промежуточное положение.

Ключевые слова: калуга, стерлядь, гибрид, масса порки, индекс, сердце, печень, гонады, селезенка, Лучегорск.

Введение. В последние годы Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») проводит опыты по гибридизации волжской стерляди с калугой для последующего товарного культивирования в условиях тепловодного хозяйства и выполняет мониторинг их физиологического состояния различными методами. Одной из объективных оценок возрастных изменений физиологического состояния различных видов рыб являются морфофизиологические индексы сердца, печени, гонад и селезенки (Распопов, Сергеева, 2016).

Сведения о морфофизиологических индикаторах амурских осетровых и их гибридов из тепловодных хозяйств представляют определенный научный интерес. Целью данной работы является сравнительная характеристика морфофизиологических индикаторов сеголеток, двухлеток и трехлеток реципрокных гибридных форм между стерлядью *Acipenser ruthenus* (Ст), калугой *Huso dauricus* (К) и исходными видами для скрещивания.

Материал и методы. Материалом для опытов являлись сеголетки, двухлетки и трехлетки чистых линий калуги, стерляди и реципрокных гибридов К×Ст и Ст×К генерации 2011 г., в садках научно-исследовательской рыбоводной станции (НИРС) ФГБНУ «ТИНРО» в п. Лучегорск (Приморский край). Для кормления молоди, сеголеток, двухлеток и трехлеток в садках использовали стартовые и производственные корма рецептуры и производства Тихоокеанского филиала с содержанием протеина 42-45 %.

Сердце, печень, гонады и селезенку отбирали в конце октября у 30 экз. клинически здоровых особей каждого из видов и гибридов, имеющих средние весовые и размерные характеристики (Правдин, 1966; Шварц и др., 1968). Индексы рассчитывали по процентному соотношению исследуемого органа к массе порки (масса тела рыбы без внутренностей) согласно формуле:

$$X=A/B * 100 [1];$$

где X-индекс органа, %; А — масса органа, г.; В-масса порки рыбы, г.

Полученные данные проходили статистическую обработку (Лакин, 1990).

По средней массе порки гибридная форма Ст×К опережала другую форму, калугу и особенно стерлядь, на протяжении всего периода исследований (рисунок 1).

Результаты. Кардиосоматический индекс и индекс печени у калуги всех возрастов был наибольшим, и в порядке убывания снижался в ряду К×Ст, Ст×К, стерлядь. У гибрида Ст×К индекс сердца с возрастом изменялся не существенно. Сеголетки и трехлетки К×Ст имели одинаковый индекс сердца. У всех исследуемых объектов было обнаружено снижение

индекса сердца и печени в возрасте двухлеток, но на следующем году жизни показатели выросли (рисунок 2).

Гонадосоматический индекс у гибридных форм на протяжении всего периода выращивания имел максимальные значения. В возрасте сеголеток индекс гонад был максимальным у гибрида Ст×К и составил 0,43 %, а минимальным 0,21 % у чистой линии стерляди. На втором году культивирования доминирующее положение занял гибрид К×Ст со значением 1,60 %, затем Ст×К – 1,11 %, калуга – 1,06 % и стерлядь – 1,03 %. В трехлетнем возрасте гибрид К×Ст с индексом гонад (4,93 %) был почти в 2 раза больше стерляди (2,59 %).

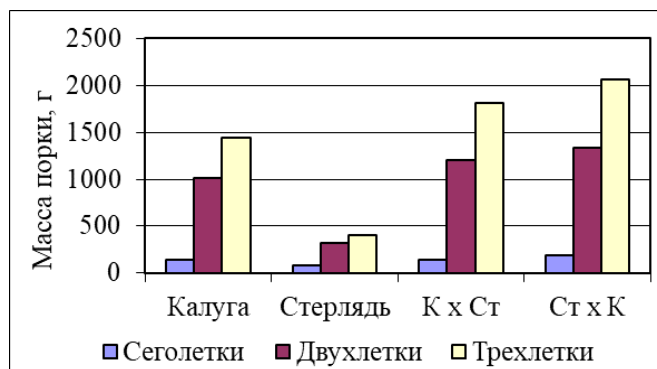


Рисунок 1. Масса порки чистых линий и гибридных форм в разном возрасте

Индекс селезенки у стерляди в возрасте сеголетка был наибольшим в сравнении с другими рыбами (0,32 %). На втором году жизни у калуги и стерляди значение индекса было почти одинаковое 0,25 % и 0,24 %, соответственно. У гибрида К×Ст было зафиксировано плавное увеличение индекса селезенки с возрастом, а у другого гибрида напротив уменьшение.

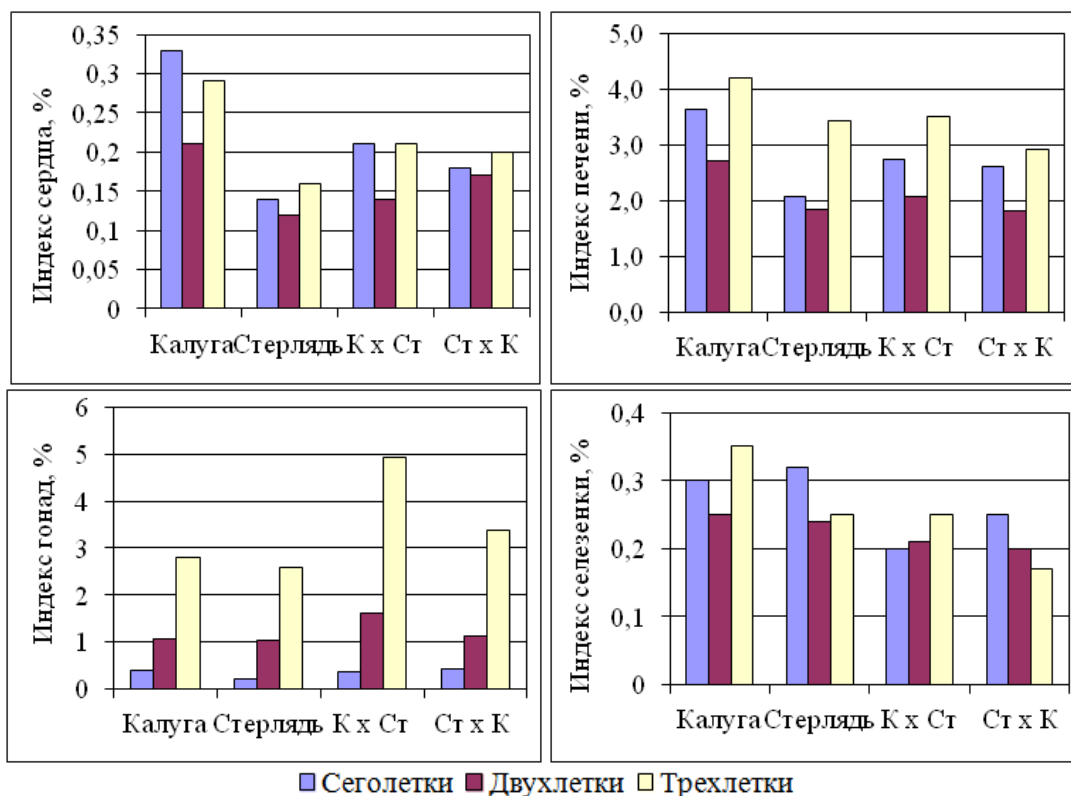


Рисунок 2. Индексы внутренних органов чистых линий и гибридных форм в разном возрасте

Индекс гонад отличался наибольшей вариабельностью у трех возрастных групп осетровых. В двухлетнем возрасте вариабельность этого признака существенно снизилась, и только в трехлетнем возрасте у чистой линии стерляди величина индекса выросла до 75,5 %.

Изменчивость индексов печени, сердца и селезенки на протяжении исследований у выращиваемых объектов менялась в диапазоне от 16 до 39,7 %. У трехлетних особей калуги отмечено увеличение вариабельности индекса селезенки, сердца и печени 83,2 , 47,3 и 44,2 соответственно (таблица 1).

Таблица 1. Статистические показатели исследуемых индексов чистых линий и гибридных форм в разном возрасте

Вид/гибрид	Возраст	Масса порки, г	Сердце, %	Печень, %	Гонады, %	Селезенка, %
		M ± m (Cv)				
Калуга	0+	143±12,3 (37,5)	0,33±0,02 (31,5)	3,64±0,14 (16,8)	0,39±0,07 (74,4)	0,3±0,02 (30,4)
	1+	1018±31,6 (13,5)	0,21±0,01 (20,7)	2,71±0,14 (22,7)	1,06±0,1 (40,8)	0,25±0,02 (33,1)
	2+	1445,6±91,7 (27,6)	0,29±0,03 (44,2)	4,19±0,45 (47,3)	2,81±0,29 (45,6)	0,35±0,07 (83,2)
Стерлядь	0+	83±3,2 (16,9)	0,14±0,01 (31,3)	2,07±0,13 (29,5)	0,21±0,03 (50,6)	0,32±0,02 (28,1)
	1+	321,6±13,5 (18,3)	0,12±0,01 (32,3)	1,85±0,09 (20,7)	1,03±0,11 (45)	0,24±0,01 (22,8)
	2+	404,7±26,9 (29)	0,16±0,01 (24,2)	3,42±0,19 (24,1)	2,59±0,45 (75,5)	0,25±0,02 (29,3)
Гибрид К х Ст	0+	147,1±14,0 (41,5)	0,21±0,01 (24,5)	2,74±0,19 (29,7)	0,35±0,05 (63,2)	0,2±0,01 (25)
	1+	1208,5±43,9 (15,8)	0,14±0,01 (21,1)	2,08±0,09 (19,6)	1,6±0,13 (35,5)	0,21±0,01 (24,1)
	2+	1806,6±99,6 (24)	0,21±0,01 (19,4)	3,5±0,24 (29,9)	4,93±0,48 (42,8)	0,25±0,02 (28,8)
Гибрид Ст х К	0+	184,2±18,9 (44,8)	0,18±0,01 (27)	2,63±0,24 (39,7)	0,43±0,1 (97,8)	0,25±0,02 (28,1)
	1+	1334,556±58,9 (18,2)	0,17±0,01 (22,6)	1,81±0,07 (16)	1,11±0,15 (57,1)	0,2±0,01 (27,1)
	2+	2067,2±144,9 (30,6)	0,2±0,01 (24,9)	2,91±0,2 (29,4)	3,36±0,41 (53,6)	0,17±0,01 (25,2)

Заключение. Индексы внутренних органов стерляди, калуги и реципрокных гибридов между ними существенно различались в разном возрасте. Максимальными значениями индекса печени, сердца и селезенки на всех этапах роста отличалась калуга. Вероятно, это связано с активным хищным образом жизни и дает более широкую возможность адаптации. Стерлядь на протяжении всего роста имела минимальные значения всех исследуемых индексов. У гибрида Ст×К в возрасте трехлеток была максимальная масса порки при минимальном индексе селезенки, при этом у гибридной формы К×Ст напротив индекс гонад и селезенки был наибольшим при меньшей массе порки. Выявлено, что в двухлетнем возрасте у изучаемых видов и гибридных форм происходит снижение индекса сердца, печени и селезенки, а в трехлетнем увеличение.

Список литературы

Распопов В.М., Сергеева Ю.В. 2016. Морфофизиологические особенности популяции русского осетра Волго-Каспийского бассейна // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. №4.

Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. 1968. Метод морфофизиологических индексов в экологии наземных животных // Сб. науч. тр. Ин-та экологии растений и животных УФАИ СССР.-Вып. 58.-387 с.

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

Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.

Особенности эмбрионального развития бестера разных поколений селекции

Д.С. Сухарев, А.С. Сафронов

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: fucus@mail.ru

Аннотация. Проведены исследования состояния эмбрионов и личинок, полученных от бестера «бурцевской» породы 5-го поколения, содержащегося в установках замкнутого типа. Выживаемость эмбрионов и личинок, полученных от 5-го поколения рыб, показало высокий уровень элиминации по сравнению с эмбрионами и личинками, полученными от 3-го поколения. Для снижения эмбриональной смертности необходим индивидуальный подбор пар рыб при селекционных работах.

Ключевые слова: бестер, эмбрион, личинка, элиминация, выживаемость, селекция.

Актуальность. В товарном осетроводстве широко применяется гибридизация осетровых видов рыб для получения у гибридов сочетания желательных качеств исходных видов, как например у бестера, имеющего большой потенциал роста и плодовитости, полученный от белуги, и высокие вкусовые качества – от стерляди. Между тем, от поколения к поколению гибридов появляются отклонения и аномалии как в эмбриональном развитии, так и у взрослых особей. Важно выявить такие аномалии у каждого поколения с тем, что бы исключить некачественное потомство при дальнейшем искусственном воспроизводстве и селекции.

Цель исследования – оценка уровня эмбриональных нарушений в раннем онтогенезе потомства от 5-го поколения селекции бестера «бурцевской» породы. Задачей исследования явилось сравнение жизнеспособности потомства и эмбриональных нарушений в раннем онтогенезе от производителей «бурцевской» породы бестера 3-го (F₃) и 5-го (F₅) поколений.

Под общим термином жизнеспособность потомства в данном случае понимали выживаемость эмбрионов на стадиях с 18-й (стадия щелевидного бластопора) по 20-ю (стадия широкой нервной пластинки), согласно классификации Т.А. Детлаф с соавторами, и выживаемость личинок после вылупления (стадия 36) (Детлаф и др., 1981).

Таблица 1. Выживаемость эмбрионов и личинок, полученных от самок 5-го поколения селекции «бурцевского» бестера при первом созревании

Показатели	Доля самок в % от общего количества половозрелых рыб		
	2020 г. (N=12 экз.)	2021 г. (N=24 экз.)	2022 г. (N= 13 экз.)
Эмбрионы			
Эмбриональное развитие отсутствует	28	29	38
Доля развивающихся эмбрионов на 18–20 ст. выше 40%	72	58	47
Доля развивающихся эмбрионов на 18–20 ст. ниже 40%	–	13	15
Личинки			
Доля вылупившихся личинок выше 40%	80	47	63
Доля вылупившихся личинок ниже 40%	20	53	37

Материалы и методы. Все работы по подготовке и стимуляции производителей к нересту, получению половых продуктов, осеменению и инкубации икры проводили согласно

стандартным методикам (Сборник инструкций ..., 1986; Чебанов, Галич, 2013). Статистическую обработку выборочных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2003. Вычисляли средние значения показателей и их ошибку ($M \pm m$), стандартное отклонение (δ), коэффициент вариации (CV). Отбор эмбрионов и личинок осуществлялся у впервые нерестящихся рыб поколения F_5 2020–2022 годов нереста; сравнение с эмбрионами и личинками от поколения F_3 проводили по данным из литературных источников.

Результаты. Показатели выживаемости эмбрионов и личинок, полученных от самок 5-го поколения селекции «бурцевского» бестера при первом созревании, приведены в таблице 1.

В 5-м поколении основная элиминация развивающихся эмбрионов большинства самок происходит на ранних стадиях развития (низкая оплодотворяемость ооцитов, нарушения в период гастрюляции). Если эти этапы пройдены успешно, у большой доли самок (63–80%) выход личинок превышает 40% от числа заложенных на инкубацию икринок. Исключение составила выборка 2021 года, когда высокая элиминация эмбрионов была связана, вероятно, с отклонениями в условиях среды.

Сравнение выживаемости эмбрионов и личинок групп «бурцевского» бестера от 3-го и 5-го поколений показало некоторое их отличие не в пользу последнего (Таблица 2).

Таблица 2. Рыбоводно-биологические показатели «бурцевского» бестера разных поколений

Показатели	Порода «бурцевская» волжского происхождения				
	F_3^*		F_5		
	средняя	мин. - макс.	средняя	мин. – макс.	CV, %
Выживаемость эмбрионов, %	85	80 – 90	72,1±3,8	12,0 – 95,0	30,5
Выживаемость личинок, %	60	–	48,5±3,06	17,6 – 86,1	35,3
Примечание: * - по литературным данным (Бурцев и др., 2008)					

Эмбриональная смертность в потомствах производителей 5-го поколения «бурцевского» бестера увеличилась как на ранних стадиях развития, так и при вылуплении личинок.

Выводы. Увеличение смертности эмбрионов и личинок в потомствах производителей 5-го поколения «бурцевского» бестера является тревожным сигналом для дальнейшей репродукции породы. При дальнейшей селекции следует обратить особое внимание именно на выживаемость потомства. Для снижения эмбриональной смертности необходим индивидуальный подбор пар рыб при селекционных работах.

Список литературы

Бурцев И.А., Крылова В.Д., Николаев А.И., Сафронов А.С., Филиппова О.П. 2008. Комплекс пород бестера (*Acipenser nkoljukinii*) / В сб.: Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). ФСГЦР. М.: ООО «Столичная типография». 152 с.

Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. 1981. Развитие осетровых рыб. М.: Наука, 224 с.

Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. 1986. М.: Изд-во ВНИРО, 271 с.

Чебанов М.С., Галич Е.В. 2013. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб // Технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. № 558. Анкара: ФАО, 325 с.

Гистопатологическая оценка состояния жаберного аппарата молоди кумжи при искусственном выращивании

Н.Ю. Терпугова, И.В. Бурлаченко, А.В. Согрина

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: n.terpugova@bk.ru

Аннотация: представлены гистологические исследования жаберного аппарата молоди кумжи. В тканях выявлен ряд морфологических изменений обратимого характера, которые могли возникнуть в результате снижения качества воды в бассейновых установках.

Ключевые слова: аквакультура, гистология, патологии, жабры, кумжа.

Индустриальные методы выращивания рыб значительно отличаются от условий естественной среды. Многие технологические параметры искусственного разведения, такие как плотность посадки, характер питания, а также качество воды, могут отражаться на морфофункциональном развитии внутренних органов. Помимо дыхания, в жабрах осуществляется ряд важнейших функций: регуляции осмотического давления и кислотно-щелочного баланса, удаление продуктов метаболизма, а также выработка гормонов (Herrero et al., 2018). Изменения тканей жабр, которые непосредственно контактируют с внешней средой, могут выступать индикатором благополучия водной системы. Общеизвестно, что для выявления патологий наиболее приемлемо методы гистологических исследований (Минеев 2013). Цель работы – оценить морфофункциональное состояние жаберного аппарата молоди кумжи при бассейновом методе выращивания.

Материал был отобран на рыбоводных предприятиях Архангельской области в осенний период 2021 г. Объектом исследования были двухлетки кумжи *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Для анализа отобрали у 10 особей жабры, зафиксировали 4 %-ным раствором формальдегида, затем провели гистологическое исследование по стандартным методикам в модификации для рыб (Микодина и др., 2009). Полученные препараты просматривали на микроскопе OLYMPUS BX45, при увеличениях 10×, 20×, 40×, фотофиксацию осуществляли с помощью цифровой видеокамеры Olympus DP25 и программы DC Viewer.

Гистологические исследования показали, что жаберные лепестки у молоди кумжи сформированы первичными ламеллами (филаментами), правильной суживающей к вершине формы и вторичными прямыми ламеллами. Основание филамента разделено на две ножки, на которых с каждой стороны располагалось по 11-13 ламелл. Длина первичных лепестков достигала 702-1173 мкм (в среднем $932,9 \pm 43,3$ мкм), длина ламелл – 31-70 мкм (в среднем $49,7 \pm 6,5$ мкм).

В жабрах двухлеток кумжи были выявлены морфологические изменения. В 30 % случаях у обследованных особей обнаружено увеличение количества клеток секретирующей слизи, выстилающих эпителиальный слой первичных жаберных лепестков (Рис. 1). Слизистые клетки у рыб представляют собой первичную линию защиты, служат индикатором патологических или воспалительных процессов, вызванных патогенами или неблагоприятными условиями водной среды (Dezfuli et al., 2007; Mahmoud et al., 2013).

В меньшей степени проявлялась пролиферация в респираторном эпителии, выразившиеся в искривлении ламелл (Рис. 1), что наблюдали у 20 % обследованных особей.

Клетки гиалинового хряща были округлой формы. В некоторых первичных жаберных лепестках молоди кумжи (30 %) отмечали изменение объёма и толщины гиалиновых пластин, а у 10 % обследованных рыб выявлена деформация гиалинового хряща (Рис. 1).

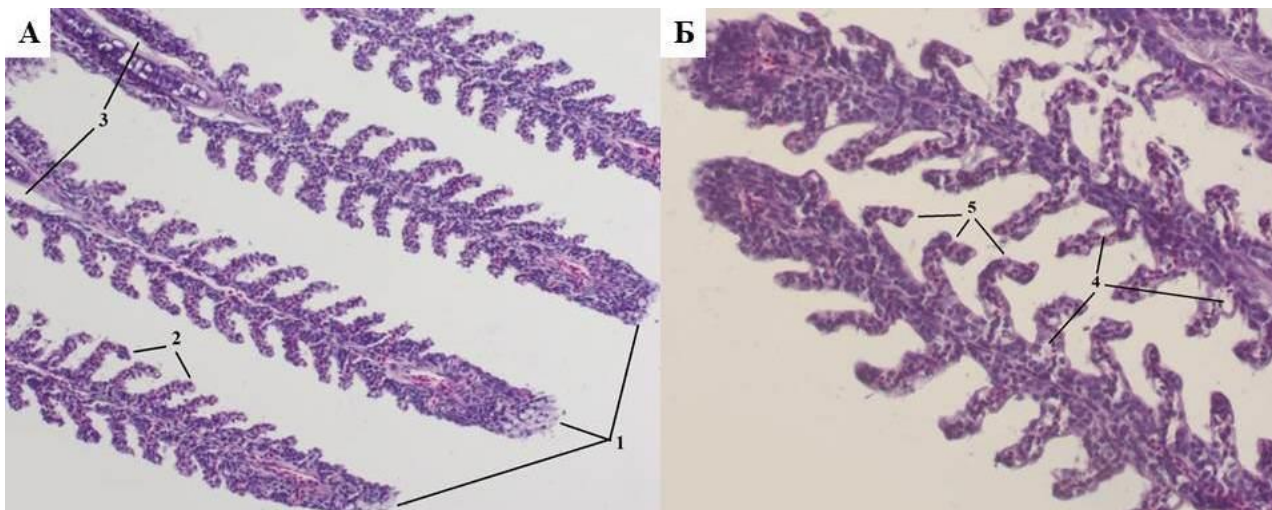


Рисунок 1. Гистологический срез двухлеток кужми: А – 1-слизистые клетки; 2-единичное искривление ламелл; 4- деформация гиалинового хряща (Ув.×10); Б – 4-отслоение эпителия ламелл; 5-искривление ламелл (Ув.×40)

В единичных случаях во вторичных ламеллах регистрировали отслоение дыхательного эпителия от капилляров (Рис.1.4). Такие изменения жаберного аппарата могут приводить к нарушениям дыхательной функции (Strzyzewska et al., 2016).

Таким образом, у половины исследованных рыб выявлены морфофункциональные отклонения тканей жабр: искривление ламелл, деформация гиалинового хряща, отслоение эпителия ламелл, значительное увеличение количества слизистых клеток первичных жаберных лепестков. Данные изменения носят обратимый характер и, как правило, возникают в случае снижения качества воды и нарушения гидрологического режима. В результате проведенных исследований рекомендовано провести очистку воды и строго соблюдать гидрологический и гидрохимический режимы в бассейновых установках.

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.
- Dezfuli B.S., Giari L., Simoni E., Menegatti R., Shinn A.P., Manera M. 2007. Gill histopathology of cultured European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), infected with *Diplectanum aequans* (Wagener 1857) Diesing 1958 (Diplectanidae: Monogenea). Parasitol. Res. 100 (4), 707-713.
- Herrero A., Thompson K.D., Ashby A., Rodger H.D., and Dagleish M. P. 2018. Complex gill disease: an emerging syndrome in farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). J. Compar. Pathol. 163, 23-28.
- Mahmoud, N.E., Mahmoud, A.M., Fahmy, M.M. 2013. Parasitological and comparative pathological studies on monogenean infestation of cultured sea bream (*Sparus aurata*, Spariidae) in Egypt. J. Oceanogr. Mar. Res. 2, 4.
- Strzyzewska E., Szarek J., Babinska I. 2016. Morphologic evaluation of the gills as a tool in the diagnostics of pathological conditions in fish and pollution in the aquatic environment: a review/ Veterinarni Medicina 61 (3): 123-132.

Характеристика стад русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii Brandt, 1833*) 2010 года domestikации, содержащихся на осетровых рыбоводных заводах Астраханской области

В.Д. Щербакова¹, А.С. Сафронов¹, А.Е. Барминцева¹

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: viktoria.shch@mail.ru

Аннотация. В работе проведена оценка качества domestikцированных производителей русского осетра на шести ОРЗ Каспийского филиала Главрыбвода путем сравнения их по ряду биологических показателей. Выявлены различия по основным рыбоводно-биологическим показателям, связанные с условиями содержания особей в аквакультуре.

Ключевые слова: русский осетр, domestikцированные особи, искусственное воспроизводство, межнерестовый интервал (МИ), оплодотворяемость.

Природные популяции русского осетра в настоящее время лишены возможности поддержания численности путем естественного нереста. Это произошло из-за зарегулирования стока Волги (строительства плотин ГЭС в 50-х годах XX века), когда значительная часть нерестилищ стала недоступной для рыб, и перелова половозрелой части популяции в более позднее время в результате браконьерства. Численность популяций с тех пор искусственно поддерживается компенсационными мероприятиями – выпуском подрощенной на осетровых рыбоводных заводах (далее ОРЗ) молоди (Ходоревская, 2015).

Ежегодно в бассейн Каспия выпускается около 30 млн. молоди русского осетра (https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi_raboty_rosrybolovstvo_za_2021_god.pdf) На волжско-каспийских ОРЗ проводят получение половых продуктов прижизненным способом от domestikцированных и выращенных от икры производителей. На сегодняшний день, первую группу, самую многочисленную, составляют одомашненные рыбы, выловленные в море уже половозрелыми. Существенное отличие второй малочисленной группы производителей, полученных от икры одомашненных особей – рост и формирование рыб от вылупления и до половой зрелости происходит в искусственных условиях (Васильева и др., 2015).

Для обеспечения randomness сравнимых групп рыб на разных ОРЗ в настоящей работе были проанализированы группы domestikцированных в 2010 г. самок и самцов русского осетра Александровского (АОРЗ), Бертюльского (БОРЗ), Житнинского (ЖОРЗ), Кизанского (КОРЗ), Лебяжьего (ЛОРЗ) и Сергиевского (СОРЗ) заводов, поскольку практически на всех ОРЗ они составляют наибольшую часть стада. Общее количество рыб приведено в таблице. Самок и самцов на разных ОРЗ сравнивали по следующим показателям: количество созреваний с момента введения в стадо, величина интервалов между нерестами и процентное распределение особей по величине МИ, а также изучены колебания массы тела. Для самок учитывали количество резорбций и нулевого оплодотворения икры, изменение диаметра икринки с последующими нерестами самки, изменения рабочей и относительной плодовитости, а также изменение оосоматического индекса. У самцов проанализированы изменения объема и качества спермы в течение жизни рыбы, а также в среднем в каждую нерестовую кампанию. Статистическая обработка данных проведена в программе Microsoft Office Excel 2010.

Самки. Все исследованные выборки самок русского осетра оказались репрезентативными (>25 особей). Основную часть стад 2010 года domestikации составляют рыбы, нерестившиеся в заводских условиях 3-4 раза. Если считать этих самок выловленными

на одном из первых нерестов с момента наступления половой зрелости, то ожидаемое количество возможных в будущем нерестов для этих рыб составляет еще не менее 3-4.

Таблица. Характеристика исследованного материала.

	АОРЗ	БОРЗ	ЖОРЗ	КОРЗ	ЛОРЗ	СОРЗ	Всего
Самки	69	97	62	30	48	132	438
Самцы	9	55	65	12	25	77	243
Всего по ОРЗ	78	152	127	42	73	209	681

Интервал между моментом одомашнивания и первым нерестом на разных ОРЗ варьирует от 4 до 6 лет, последующий МИ находится в диапазоне 3 – 4 лет. Наименьшие показатели по этим двум характеристикам получены для самок БОРЗ. При этом именно у этих самок наблюдается наибольшее количество резорбций и нулевого оплодотворения икры, что может говорить о том, что условия для созревания самок на этом заводе наилучшие, однако быстрое созревание ооцитов не гарантирует успешное участие самки в нерестовой кампании: у 13% рыб была отмечена резорбция, у 22% рыб отмечалось нулевое оплодотворение икры. Худшие значения этих показателей получены только для самок АОРЗ (26% резорбция, 24% нулевое оплодотворение), что может быть связано с менее благоприятными условиями содержания или питания.

В целом на всех ОРЗ средняя продолжительность МИ составляет 3 года, и доля самок с неизменной величиной МИ с последующими созреваниями в искусственных условиях преобладает (от 44% у самок СОРЗ до 65% у КОРЗ) над группами с увеличивающимся и уменьшающимся МИ. На ЛОРЗ и СОРЗ достаточно большую долю составляют самки, МИ которых со временем уменьшается (34% и 38% соответственно), что, вероятно, связано с хорошими условиями содержания. Данный вывод также подтверждается небольшим процентом встречаемости резорбции и нулевого оплодотворения на заводе.

На всех заводах кроме КОРЗ отмечено уменьшение количества икринок в стандартной навеске с последующими нерестами, что означает увеличение диаметра икринки. У самок с СОРЗ этот показатель (средний по году получения) изменяется сильнее других: с 48 икринок/г (2015 г.) до 42 икринок/г (2021 г.). Наибольшая изменчивость по этому показателю (CV) характерна для самок с БОРЗ – 19%, на остальных заводах не превышает 11%.

Почти на всех заводах встречается схожее процентное соотношение самок, у которых оплодотворяемость икры строго увеличивается в течение жизни, и самок, у которых этот показатель строго уменьшается. Иные колебания (оплодотворяемость не изменяется или колеблется в течение жизни) встречаются реже. Статистические значения средней оплодотворяемости икры всех самок в течение 7 нерестовых кампаний находятся в одинаковом диапазоне значений (разброс от 76 до 83%), коэффициент вариации при этом имеет достаточно большие значения только у АОРЗ и БОРЗ (около 20%).

Рабочая, относительная плодовитости, а также оосоматический индекс на заводах являются достаточно вариабельными характеристиками как при прослеживании их изменения в течение жизни самок, так и при рассмотрении коэффициентов вариации этих признаков суммарно по всем самкам за все время регистрации нерестовых кампаний. При этом относительная плодовитость и оосоматический индекс имеют значения CV в диапазоне 19-27%, а рабочая плодовитость 26-38%. Средние значения по заводам находятся в интервалах: рабочая – 165,4 (СОРЗ) – 255,5 тыс.шт. (БОРЗ), относительная – 7,24 (ЖОРЗ) – 8,06 тыс.шт/кг (ЛОРЗ), оосоматический индекс – 15,47% (ЖОРЗ) – 17,51% (ЛОРЗ).

Для изучения динамики изменения массы из каждой выборки было отобрано около 10 рыб, нерестившихся в одинаковые годы. Колебания массы всех самок ожидаемые, как правило, резкое уменьшение массы происходит после получения икры, в редких случаях уменьшение массы, вероятно, связано с плохими условиями зимовки. Также проведено

сравнение средних масс всех рыб при бонитировке весной 2015 года и весной 2021 года. На всех заводах кроме ЖОРЗ средняя масса выборки выросла (прирост от 300 до 4000 г), ошибка средней колеблется в диапазоне 0,45-1,05.

Самцы. Среди исследованных выборок репрезентативными оказались группы самцов с БОРЗ, ЖОРЗ, ЛОРЗ и СОРЗ (см. таблицу). Максимальное число нерестов за период от одомашнивания до 2021 года по заводам следующее: БОРЗ и СОРЗ – 4, ЖОРЗ – 5, ЛОРЗ – 6.

Интервал от момента одомашнивания до следующего созревания составляет от 1,8 лет (ЖОРЗ) до 6,4 лет (СОРЗ). Длительный межнерестовый период связан со стрессом после поимки и адаптацией рыб к искусственным кормам. Последующий МИ на всех заводах составляет около 1,5 лет. Как правило, самцы нерестятся практически каждый год, однако достаточно часто пропускают нерестовые кампании, увеличивая МИ до 2 лет. Из-за этого проследить четкой тенденции в изменении МИ в течение жизни самцов не удалось, у большинства рыб преобладают различные колебания.

Объем спермы на всех заводах оказался очень вариабельным показателем, что подтверждается высокими значениями CV (от 50 до 70%). В течение жизни самцов также наблюдаются различные колебания этого показателя. Это связано с тем, что при проведении нерестовой кампании не ставится цель получить весь объем спермы, как правило, получают только небольшое количество (1-2 порции), необходимое для осеменения икры, и этот объем фиксируют в рыбоводном реестре. Качество спермы при этом на всех заводах имеет близкое среднее значение, находящееся в диапазоне 4,56-4,76, вариабельность этого признака достаточно низкая (<18%), на БОРЗ, ЖОРЗ и СОРЗ в течение жизни самцов у большинства рыб не изменяется.

Динамика изменения массы у небольшой выборки самцов с каждого ОРЗ (нерестившихся в одинаковые годы) имеет тенденцию к постепенному медленному увеличению с течением времени (уменьшения характерны только для посленерестового периода). При сравнении показателей массы тела в 2015 и 2021 гг. (по средним и минимальным/максимальным массам) у самцов с БОРЗ и ЖОРЗ наблюдается совсем небольшое снижение этих значений (на 200-300 г). Это может быть связано с чрезмерной эксплуатацией самцов в нерестовых кампаниях. При гормональной стимуляции получение половых продуктов происходит практически ежегодно, при этом рыбы не успевают восстановиться и набирать массу. У самцов с СОРЗ и ЛОРЗ, не смотря на такое же интенсивное использование, все-таки происходит некоторый прирост массы тела за указанный период от 700 до 3000 г соответственно.

Таким образом, по основным рыбоводно-биологическим показателям у производителей русского осетра одинакового года доместикации на разных заводах отмечены значительные отличия в продолжительности и динамике МИ, особенно в период одомашнивания, по качеству продуцируемой икры (доля особей с резорбцией и неоплодотворенной икрой), приросту по массе тела рыб (снижению его на некоторых заводах). Однородная в момент вылова выборка половозрелых особей за 11 лет содержания и эксплуатации на ОРЗ приобретает отличия, объясняемые, в первую очередь, условиями содержания рыб. Несмотря на выявленные отличия, все доместичированные особи приспособились к искусственным условиям выращивания, неоднократно используются в нерестовых кампаниях и составляют основу для успешного воспроизводства русского осетра на Каспии.

Список литературы

Васильева Л.М., Наумов В.В., Судакова Н.В. 2015. Особенности современного состояния искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне // Естественные науки 4: 90-95.

Ходоревская Р.П. 2015. Значение естественного нереста и искусственного осетроводства в формировании запасов осетровых Каспийского моря // Астраханский вестник экологического образования 2 (32): 74-89.

Характеристика образцов половых продуктов самцов осетровых видов рыб, собранных для пополнения коллекции низкотемпературного генетического банка

Е.П. Яковлева¹, Е.Г. Макарова¹, Н.В. Козлова¹, К.В. Ковалёв², В.В. Баринава³

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

²Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская обл., Дмитровский городской округ, п. Рыбное

³ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: for.alissa2015@yandex.ru

Аннотация. Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») и филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») в производственных условиях научно-экспериментального центра аквакультуры (НЭКА) «БИОС» («КаспНИРХ») проводят работу, направленную на пополнение низкотемпературного генетического банка «ВНИИПРХ» образцами криоконсервированной спермы осетровых видов рыб, содержащихся на НЭКА «БИОС». Все образцы спермы производителей осетровых рыб, отобранные для коллекции криобанка «ВНИИПРХ» в 2021 г., содержат информацию о происхождении, количестве генераций, качестве половых продуктов, аллельном составе и комбинации аллелей микросателлитных локусов каждой особи, что позволит в будущем при их использовании для получения потомства осуществлять подбор оптимального генетического материала с учетом этих данных.

Ключевые слова: производители осетровых видов рыб, получение половых продуктов криоконсервация спермы, генотипирование.

В современных экологических и антропогенных условиях чрезвычайно важной задачей является сохранение генофонда редких и исчезающих видов осетровых рыб. Пополнение их популяций в настоящее время происходит в основном за счет искусственного воспроизводства. Одной из наиболее актуальных технологий повышения его эффективности является криоконсервация половых продуктов самцов, поскольку этот метод позволяет сдвигать при необходимости сроки нереста и, в случае гибели рыб, сохранять их репродуктивный материал. Хранение криоконсервированных половых продуктов самцов перспективно как для восстановления генетического разнообразия природных популяций, так и для товарного осетроводства. Для оценки генетической структуры криоконсервированной коллекции половых продуктов и сохранения ее генетического резерва, необходимо закладывать в криобанк образцы спермы от производителей рыб с известными генотипами.

Сотрудниками лаборатории молекулярной генетики и физиологии и рыбоводами с НЭКА «БИОС» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») совместно со специалистами лаборатории криобиологии филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») в производственных условиях НЭКА «БИОС» с 2019 г. проводится работа, направленная на пополнение низкотемпературного генетического банка (НТГБ) «ВНИИПРХ» образцами спермы осетровых видов рыб, содержащихся на НЭКА «БИОС». Для этой цели у производителей рыб отбирается сперма, которая подвергается обязательному молекулярно-генетическому анализу. Все образцы закладываются в коллекцию низкотемпературного банка с заранее известными генетическими и рыбоводно-биологическими характеристиками, что позволит в будущем при их использовании быстро осуществлять подбор оптимального семенного материала для исключения близкородственного оплодотворения.

В 2021 г. на НЭКА «БИОС» была отобрана и использована для пополнения коллекции НТГБ сперма 23 экз. производителей осетровых рыб (как одомашненных рыб, так и особей искусственной генерации (выращенных в условиях НЭКА «БИОС» методом «от икры»)): 1 экз. амурского осетра, 5 экз. белуги, 15 экз. стерляди и 2 экз. севрюги. Вывод производителей на нерестовый режим проходил с соблюдением рекомендованного преднерестового температурного выдерживания: для белуги, амурского осетра, стерляди - в ранние (апрель), для севрюги – в традиционные сроки (июнь) (Чебанов и др., 2004). Для гормональной стимуляции использовался синтетический аналог гонадотропного рилизинг-гормона млекопитающих – «Сурфагон» (Методические указания по..., 2010). Инъектирование самцов было однократным. Созревание половых продуктов проходило в расчетное время (Чебанов, Галич, 2013). Активность спермиев оценивали по шкале Персова (Герасимов, 2003). Образцы спермы криоконсервировали по протоколу, разработанному в лаборатории криобиологии «ВНИИПРХ» (Докина и др., 2020).

Выделение и последующую очистку тотальной ДНК проводили на адсорбционных колонках (Ivanova et al., 2006). Образцы ядерной ДНК были проанализированы по микросателлитам An20, Afug41, Afug51, AoxD165, AoxD161, описанным для других видов осетровых рыб (Zane et al., 2002; Henderson, King, 2002; Welsh, May, 2006). Панель из пяти микросателлитных локусов была разработана в отделе молекулярной генетики ФГБНУ «ВНИРО» (Барминцева, Мюге, 2013) и активно используется в ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Амплифицированные продукты подвергали электрофоретическому разделению с помощью системы капиллярного электрофореза ABI-3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystem, USA), идентифицируя длины фрагментов ДНК в программе GeneMapper 4.1.

Рыбоводно-биологические характеристики производителей (самцов) осетровых видов рыб, биоматериал которых был использован для пополнения НТГБ, отражены в таблице 1.

Таблица 1. Рыбоводно-биологическая характеристика самцов осетровых видов рыб

Вид	Происхождение ¹	Год ²	Масса, кг	Генерация	Межнерестовый цикл	Активность спермиев, балл
Амурский осетр	РМС	2009	14,8	-	-	5
Белуга	Дом.	2006	81,2-92,9	IV-V	2-8	4-5
	РМС	1994-2000	46,2-91,0	I-II	2	4-5
Севрюга	Дом.	2012	5,6	-	-	5
	РМС	2003	4,9	-	-	5
Стерлядь	Дом.	2012	1,8-4,0	V-VII	1-2	4-5
	РМС	2007	2,6	V	1-2	4-5

Примечание:
¹ РМС – особи искусственной генерации, полученные методом «от икры» и выращенные в условиях НЭКА «БИОС»; - Дом. – одомашненные особи, содержащиеся в условиях НЭКА «БИОС»;
² Год рождения рыб для РМС, год заготовки рыб для Дом.

Созревание самца амурского осетра и самцов севрюги в 2021 году было первым. Самцы белуги были повторных генераций, одомашненные особи эксплуатировались от 5 до 6 раз, межнерестовый цикл колебался от 2 до 8 лет. Производители стерляди неоднократно принимали участие в нерестовых кампаниях, их межнерестовый цикл составлял 1-2 года, количество генераций как одомашненных рыб, так и особей искусственной генерации превышало 5 раз. Активность спермиев всех самцов была не ниже 4-5 и 5 баллов.

По результатам генотипирования у всех исследованных особей отмечались аллели, характерные для данного вида осетровых Волжско-Каспийского рыбохозяйственного района, в соответствии с данными Барминцевой и Мюге (2013). Количество аллелей в пяти локусах варьировало от 13 до 31, в зависимости от вида и количества проанализированных

особей. У отдельных особей диплоидных видов (стерлядь, белуга и севрюга) наблюдались мономорфные локусы (таблица 2).

Рыбоводно-биологические характеристики и результаты генотипирования для каждого самца, половые продукты которых были использованы для криоконсервации, вносятся в индивидуальный молекулярно-генетический паспорт. В него обязательно включается следующая информация: вид, пол, происхождение особи (доместицированная или искусственной генерации), электронная метка (чип), место отбора биоматериала, а также аллельный состав пяти использованных микросателлитных локусов.

Таблица 2. Генетическая характеристика самцов осетровых видов рыб

Вид	Количество аллелей	Количество мономорфных локусов	Количество гомозиготных особей (мономорфный локус)
Амурский осетр	18	-	-
Стерлядь	31	4	9 (An20), 2 (Afug41), 9 (Afug51), 1 (AoxD161)
Белуга	13	4	2 (An20), 1 (Afug51), 3 (AoxD165), 5 (AoxD161)
Севрюга	15	1	2 (An20)

Таким образом, образцы спермы производителей осетровых рыб с НЭКА «БИОС», отобранные для пополнения низкотемпературного генетического банка спермы (НТГБ) «ВНИИПРХ» в 2021 г., содержат полные сведения о рыбоводно-биологических и генетических показателях, что позволит использовать их для оплодотворения икры с учетом данных о происхождении, количестве генераций, качестве половых продуктов, аллельном составе и комбинации аллелей микросателлитных локусов каждой особи.

Список литературы

Барминцева А.Е., Мюге Н.С. 2013. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (*Acipenseridae*) и выявления особей гибридного происхождения. *Генетика* 4 (9): 1093-1105. DOI: 10.7868/S0016675813090038

Герасимов Ю.Л. 2003. Основы рыбного хозяйства: Учебное пособие. Самара.: изд-во «Самарский университет», 108 с.

Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А. 2020. Эффективные технологии криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новейшие генетические технологии для аквакультуры». М.: изд-во Перо, 119-134.

Чебанов М.С., Галич Е.В. 2013. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, Анкара. 327 с.

Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. 2004. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: Росинформгрупп, 148 с.

Тренклер И. А. 2010. Методические указания по применению сурфагона для стимуляции созревания самок и самцов осетровых рыб на рыбоводных заводах дельты Волги. С.-Петербург, ФГУ «Севзапрыбвод»: «ВИС», 44 с.

Ivanova N.V., deWaard J., Hebert P.D.N. 2006. An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA. *Molecular Ecology Notes* 6(4): 998-1002. DOI:10.1111/j.1471-8286.2006.01428.x

Henderson A.P., King T.L. 2002. Novel microsatellite markers for Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) population delineation and broodstock management. *Molecular Ecology Notes* 2(4): 437-439. DOI:10.1046/j.1471-8286.2002.00262.x

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

Zane L., Patarnello T., Ludwig A., Fontana F., Congiu L. 2002. Isolation and characterization of microsatellites in the Adriatic sturgeon (*Acipenser naccarii*). *Molecular Ecology Notes* 2(4): 586–588. DOI:10.1046/j.1471-8286.2002.00328.x

Секция

Ихтиология и генетика рыб

Влияние температурного режима на развитие сома европейского (*Silurus glanis* L.) в раннем онтогенезе

Я.В. Александров, А.Н. Богачев

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»), г. Саратов, Россия
E-mail: PAPI-0214@yandex.ru

Аннотация: в статье приводятся материалы по биологии сома европейского (*Silurus glanis* L.). Рассматриваются данные по созреванию молоди сома европейского при различных температурных условиях. Выращенная в стабильных температурных условиях (24°C) молодь, показала лучшие показатели выживаемости и скорости роста, по сравнению с особями, выращенными при исходных условиях (диапазон 19,6-23°C). Повышение температуры до 25°C приводит к резкому увеличению смертности и числа аномалий, таких как отрывание желточного мешка.

Ключевые слова: эмбрионы, *Silurus glanis*, температурный фон.

Цель работы - изучить и проанализировать продолжительность эмбрионального развития сома европейского (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758) при искусственном выращивании при разном температурном режиме.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на экспериментальном участке Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в с. Сабуровка, расположенного в IV зоне прудового рыбоводства.

Объектом исследования служили оплодотворенная икра, предличинки и личинки сома европейского (*S. glanis* L.).

Наблюдения за состоянием икры, с момента закладки до массового выклева, проводились при помощи бинокля по общепринятой методике (Правдин, 1966).

В жизни любого вида рыб, наиболее значимая роль рыб отводится эмбриональному периоду (Кауфман, 1990; Никольский, 1954). Как отмечает С.Г. Крыжановский, период эмбрионального развития уникален по своему значению, в этот период в первую очередь, происходит адаптация организма рыб к условиям развития. Из наиболее значимых факторов, влияющих на развитие в раннем онтогенезе авторы (Крыжановский, 1948, Легкодимова, 2003) выделяют, прежде всего, температурный фактор, поскольку температура в значительной мере определяет характер течения обменных процессов. Ограниченность сведений о скорости развития сома европейского в раннем онтогенезе при различных температурных режимах приводит к необходимости детального изучения этого вопроса.



Рисунок 1. Аномальные эмбрионы *S. glanis*, наблюдается отрывание желточного мешка на стадии выклева.

Согласно литературным данным, верхним температурным порогом для развития икры и эмбрионов *S. glanis* является температура 24°C (Крыжановский, 1949). Проведенные нами предварительные наблюдения также показали высокую смертность эмбрионов (до 73%) при инкубации при 25°C. Кроме того, отмечено, что повышение температурного фона до отметки 25°C увеличивает вероятность возникновения аномалий, например, таких как отрывание желточного мешка, приводящее к гибели эмбрионов (Рисунок 1).

Для проведения исследований влияния различных температурных режимов на развитие сома европейского в раннем онтогенезе были сформированы 2 опытные группы: контрольная (нестабильный режим, 19,6-23°C) и опытная (постоянный режим, 24°C). Поддержание постоянной температуры на необходимом уровне было обеспечено за счет системы проточного подогрева воды с использованием проточного нагревателя «Aqua El Flow 300» (Рисунок 2).



Рисунок 2. Система проточного подогрева воды.

Согласно литературным источникам, массовый нерест сома начинается в мае-июне при температуре 20-24°C, гипофизарное инъекционное производство начинают при температуре выше 22°C (Козлов, 1998).

С наступлением нерестовой температуры (22,1°C) произвели облов земляных садков с производителями *S. glanis* и поместили их в индивидуальные сетчатые камеры для удобства проведения дальнейшей работы (Легкодимова, 2019). Стимуляцию развития половых продуктов проводили методом двукратных гипофизарных инъекций (Гербильский, 1975). Интервал между инъекциями составил 11,5 часов, дозировка для самок и самцов представлена в таблице. Всего было проинъекцировано 4 самки, массой 8-10 кг и 2 самца, массой 13 и 17 кг.

Таблица. Дозировка гипофизов при гормональном стимулировании производителей.

Номер инъекции	Самки ♀	Самцы ♂
Предварительная	0,5 мг/кг	3 мг/кг
Разрешающая	3 мг/кг	2 мг/кг

Учитывая технологическую сложность биотехники разведения сома европейского, использование крупных самок в экспериментальных целях является не целесообразным. Для формирования двух опытных групп и чистоты эксперимента была использована икра от одной самки массой 8 кг и молоки от одного самца, массой 17 кг. Оплодотворение икры провели полусухим методом. Инкубирование икры производили в аппаратах Вейса объемом 8 литров в двух вариантах: классическая схема (контроль) и экспериментальный вариант (опыт) с использованием проточного водонагревательного элемента. Норма загрузки аппаратов Вейса в каждом варианте составила по 0,5 кг.

Первые различия в скорости и качестве развития стали заметны уже на стадии закладки нервной трубки. В то время как в опытной группе она наблюдалась у около 60% эмбрионов, в контроле это было лишь у единичных экземпляров.

На протяжении всего опыта вели постоянное наблюдение за температурой в обеих опытных группах (Рисунок 3). Динамика температурного фона в контроле представлена существенным различием показателей температуры в дневное и ночное время (0,5-1,7°C).

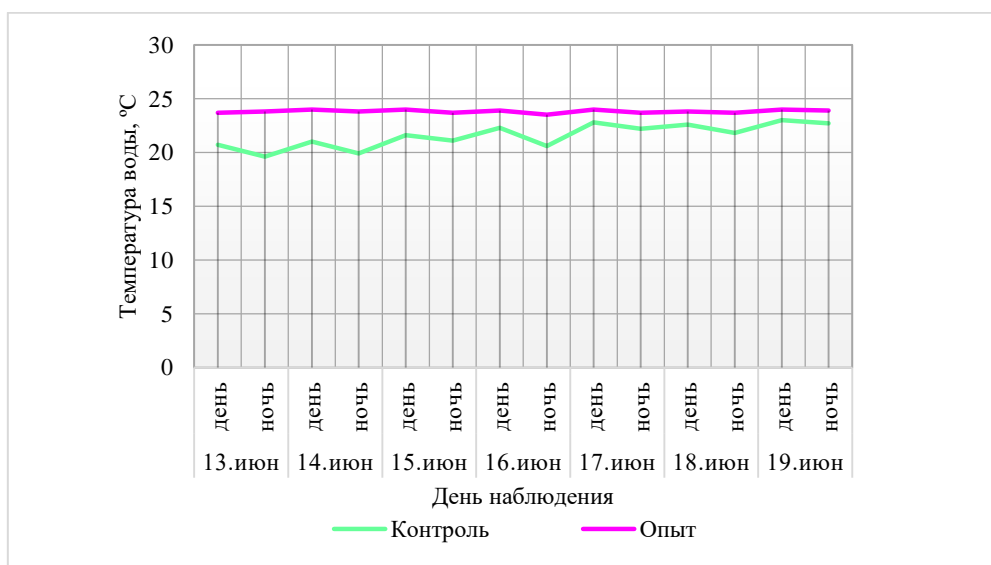


Рисунок 3. Динамика температурного режима в двух исследуемых группах за период наблюдения.

Процент аномальных эмбрионов (недоразвитые жаберные крышки, недоразвитие хвоста, головы и плавников) был небольшим и составил 4,7 % в опытной группе и 14 % в контроле.

В результате проведенных исследований было выявлено, что продолжительность эмбрионального развития европейского сома внутри оболочек составляет 54 ч 30 мин при температуре 24°C и 59 ч 15 мин при температуре 19,6-23 °C. Полученные нами данные также показали, что эмбрионы, выращенные при постоянном температурном режиме (24°C), показали лучшие показатели выживаемости, 70,8% по сравнению с 55% в контроле. Проведенное нами исследование также показало, что процент аномально развивающихся эмбрионов в опытной группе был значительно ниже и составил 4,7%, по сравнению с 14% в контроле.

Полученные данные наглядно демонстрируют более стремительное созревание молоди *S. glanis* в контролируемых условиях по сравнению с особями, выращенными по классической схеме в исходных условиях.

Список литературы

- Гербильский Н.Л. 1975. Метод гипофизарных инъекций и его роль в рыбоводстве // Гормональная стимуляция полового цикла рыб в связи с задачами воспроизводства рыбных запасов: Труды ВНИРО. – Т. 111. – Л.: Наука. С. 7-22.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. 4-е изд. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 374 с.
- Кауфман З. С. 1990. Эмбриология рыб. М.: Агропромиздат. 271 с.
- Козлов В.И. 1998. Справочник фермера-рыбовода. М.: ВНИРО. 448 с.
- Крыжановский С. Г. 1948. Экологические группы рыб и закономерности их развития // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 27. С. 3-114.
- Крыжановский С.Г. 1949. Эколого-морфологические закономерности развития карповых, вьюновых и сомовых рыб (Cyprinidae и Siluridae): Труды института морфологии животных. Выпуск 1. М.: Издательство академии наук СССР. 362 с.

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

Легкодимова З.И., Сильникова Г.В., Масликов В.П., Кияшко В.В., Александров Я.В., Гашников М.П. 2019. Пополнение популяций сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.) заводским методом воспроизводства. Международная научная конференция, посвящённая 110-летию СГУ имени Н.Г. Чернышевского «Живые системы: передовые междисциплинарные технологии изучения, управления и сохранения». Саратов: изд-во Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», с. 182-184.

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

Некоторые данные о питании и распространении японского морского леща *Brama japonica* северо-западной части Тихого океана

А.О. Безверхняя^{1,2}, Д.С. Курносов¹, В.И. Поляничко¹

¹Тихоокеанский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ТИНРО»), г. Владивосток

²ФГАОУ ВО «Дальневосточный Федеральный Университет», г. Владивосток

E-mail: denkurnos@mail.ru

Аннотация. В данной работе было проанализировано питание и распространение японского морского леща *Brama japonica* в СЗТО летом 2022. Выявлена зависимость между скоплениями леща и распространением его предпочитаемого пищевого объекта – дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus*.

Ключевые слова: японский морской лещ, хищные рыбы, питание, распространение, *Brama japonica*, *Sardinops melanostictus*.

Японский морской лещ *Brama japonica* – массовый хищный эпипелагический вид, обитающий в северной части Тихого океана (Савиных, 1993). Жизненный цикл морского леща связан с миграциями между субарктическим и субтропическими водами. Молодь леща (до 30 см) круглогодично держится в субтропических водах, тогда как крупные особи с наступлением весны переходят в зону субарктического фронта, где происходит их интенсивный нагул. В настоящее время в данном районе в летний период доминирует дальневосточная сардина *Sardinops melanostictus* – массовая промысловая эпипелагическая рыба субтропического комплекса. Сардина известна своей способностью к значительным флуктуациям численности и связанным с этим расширением или сокращением области обитания (Шунтов, 2001; Дударев, Кеня, 1986). Во время предыдущей вспышки численности дальневосточной сардины (80–90-е годы XX века) она составляла основу рациона японского морского леща (Wada, Murata, 1985), но с 1989 года определяющую роль в питании начинает играть японский анчоус, его доля увеличивалась, и в начале 90-х годов он составлял основную часть содержимого желудков японского морского леща (Савиных, 1993). Этот процесс полностью совпадал с происходящей в северо-западной части Тихого океана перестройкой ихтиоцены, выражающейся в уменьшении численности дальневосточной сардины и возрастании биомассы анчоуса (Терехов, 1991). Ориентировочно с 2016 года наблюдается обратная перестройка ихтиоцены с уменьшением численности анчоуса и ростом биомассы сардины, что не может не отразиться на питании и распространении морского леща.

В июне-июле (31.05–04.07) 2022 года на НИС «ТИНРО» была проведена траловая съемка верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана. Сетку из 91 траловой станции на всей акватории съемки, формировали 10 меридионально-широтных разрезов, ориентированных в направлении юго-запад – северо-восток вдоль линии, задаваемой островами Большой Курильской гряды (рис. 1).

В ходе выполнения траловой учетной съемки японский морской лещ *Brama japonica* встретился в трех тралениях (рис. 2).

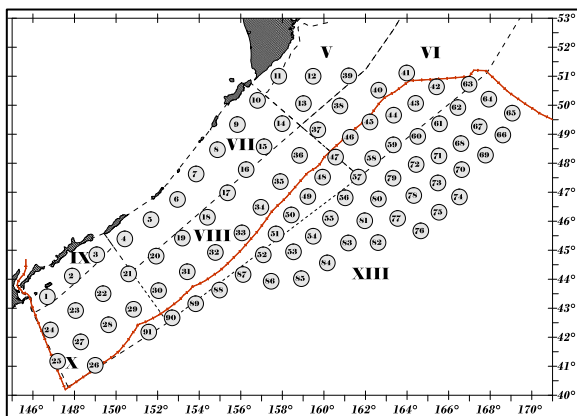


Рисунок 1. Схема траловых станций НИС «ТИНРО» в июне-июле 2022 г. Римские цифры, пунктирная линия – биостатистические районы. Красная линия – граница ИЭЗ РФ.

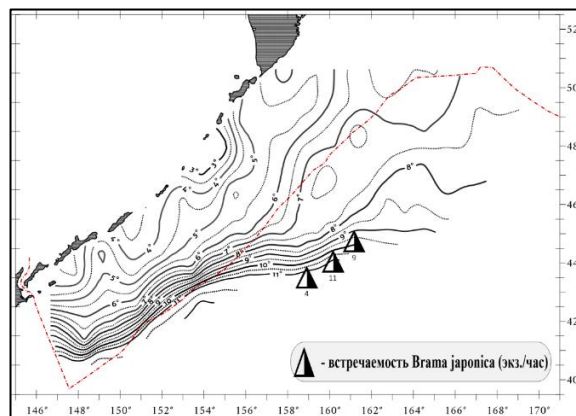


Рисунок 2. Встречаемость *Brama japonica* в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2022 г.

Всего было поймано 24 особи японского морского леща. Соотношение полов составило 1:1 (12 самок и 12 самцов). В среднем самцы были крупнее самок. Длина самок варьировалась от 38,2 до 43,2 см, со средним значением 41,3 см, масса – от 1089 до 1630 г., со средним значением 1388 г. Длина самцов варьировалась от 39 до 46,6 см, со средним значением 42,5 см, масса – от 1140 до 1866 г., со средним значением 1518 г. (рис. 3).

Все пойманные самцы были половозрелыми и имели стадию зрелости III, также, как и большинство самок, однако среди самок встретились 2 неполовозрелые особи (ст. зр. II), 1 готовая к нересту (ст. зр. V) и 1 отнерестившаяся особь (ст. зр. VI–II).

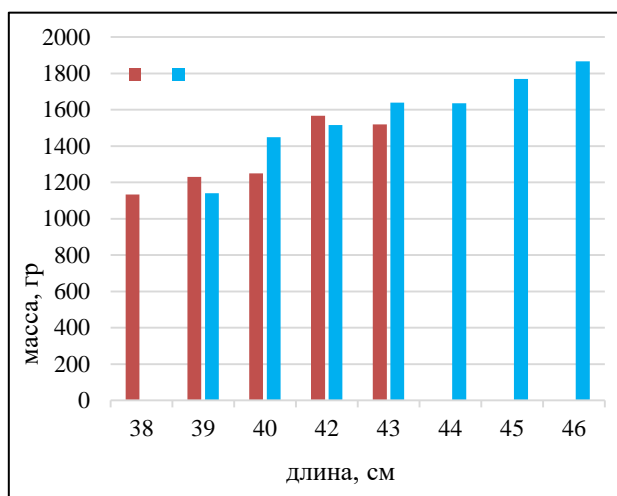


Рисунок 3. Соотношение длины и массы тела самцов и самок *Brama japonica*, пойманных в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2022 г.

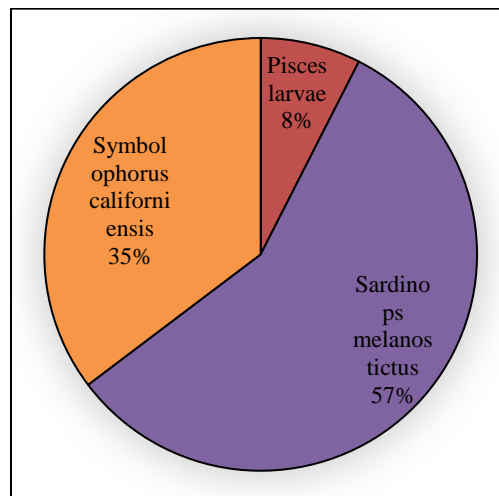


Рисунок 4. Процентное содержание пищи в желудках японского морского леща *Brama japonica*, пойманного в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2022 г.

В период проведения исследования были проанализированы 23 желудка *Brama japonica* из 3 уловов. Основу рациона составлял нектон: молодь сардины иваси *Sardinops melanostictus* – 57,2%, калифорнийский симболофор *Symbolophorus californiensis* – 35,3%, также встречались личинки рыб, неопределенных до вида – 7,5 % (рис. 4). Индекс наполнения желудка японских морских лещей был высоким и в среднем составлял 134,6 ‰.

Из трофологического анализа следует, что в исследуемый период в северо-западной части Тихого океана предпочитаемым пищевым объектом японского морского леща является дальневосточная сардина. В связи с чем мы решили проанализировать зависимость между распределением в СЗТО дальневосточной сардины и скоплениями японского морского леща (рис. 5). Ожидается лещ был отмечен в районе, где концентрация дальневосточной сардины достаточно высока.

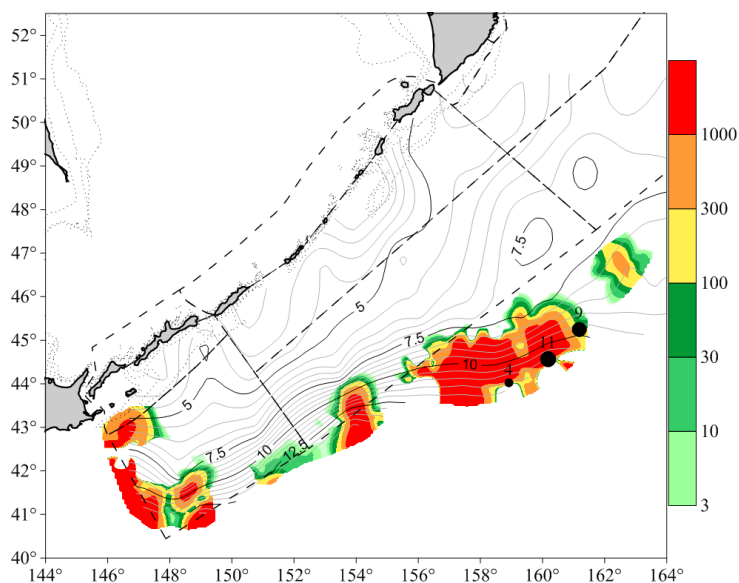


Рисунок 5. Уловы леща *Brama japonica* (экз./час) на фоне пространственного распределения дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus* (тыс.экз./миля²) в верхней эпипелагиали СЗТО в июне-июле 2022 г. Изолиниями обозначен температурный диапазон.

Заключение. В ходе выполнения траловой учетной съемки тихоокеанских лососей в июне-июле в северо-западной части Тихого океана японский морской лещ *Brama japonica* встретился в трех тралениях. Среди пойманных рыб встречались как самцы, так и самки, большинство особей являлись половозрелыми. Основу пищевого рациона леща составляла дальневосточная сардина. Мы предполагаем, что при дальнейших исследованиях, выявив места максимальной концентрации сардины можно указать места скопления морского леща.

Список литературы

- Дударев В.С., Кеня В.С. 1986. Северотихоокеанские сардины. Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука, 157–166.
- Савиных В.Ф. 1993. Питание морского леща *Brama japonica* // Вопросы ихтиологии. Т. 33., № 5., С. 644-650
- Терехов А.Ю. 1991. Изменение соотношения видов и групп в ихтиопланктоне зоны Куроисио // V Всесоюз. Конф. по раннему онтогенезу рыб. М., С. 34-36
- Шунтов В.П. 2001. Биология дальневосточных морей России. Владивосток: «ТИНРО-центр», 580 с.
- Wada T., Murata M. 1985. Distribution and biological characteristics of pomfret, *Brama japonica* Hilgendorf, in the Pacific Ocean of northern Japan. Bulletin of the Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory (Japan), 1–12.

Влияние комбикормов с растительными маслами на темпы роста и жирнокислотный состав липидов радужной форели

С.В. Биндюков, Р.В. Артемов, Ю.А. Баскакова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: sergeyang@mail.ru

Аннотация: Разработаны рецепты комбикормов для радужной форели, в которых часть рыбного жира заменена растительными маслами. Лучшие ростовые показатели и высокое содержание ЭПК и ДГК в мышечной ткани форели получено при замене более 50% рыбного жира на смесь рапсового и соевого масел.

Ключевые слова: радужная форель, комбикорма, жирнокислотный состав, ЭПК, ДГК.

Активное развитие выращивания лососевых рыб в индустриальной аквакультуре привело к дефициту основной липидной составляющей кормов – рыбного жира. В настоящее время растительные масла являются экономически выгодным альтернативным источником липидов для аквакультуры и некоторые из них используются для частичной или полной замены жира (Sales, Glencross, 2011). Однако, использование растительных масел в комбикормах приводит к изменению жирнокислотного состава мышц форели, что в свою очередь влияет на органолептические характеристики конечного продукта и уменьшает содержание полезных для здоровья человека длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот – эйкозапентаеновой (20:5n-3, ЭПК) и докозагексаеновой (22:6n-3, ДГК) (Turchini et al., 2018; Биндюков и др., 2022).

Для эффективного выращивания радужной форели с заданным липидным профилем перспективно проведение исследований по оптимизации жирнокислотного состава комбикормов за счет включения в их состав компонентов, богатых альфа-линоленовой кислотой (18:3n-3, АЛК), которая, благодаря процессам элонгации и десатурации, может быть использована лососевыми рыбами для собственного синтеза ЭПК и ДГК. К компонентам с высоким содержанием АЛК относятся конопляное, льняное, рапсовое и соевое масло. В данной работе описано использование в кормах рапсового и соевого масел.

Материалы и методы. Экспериментальные комбикорма (сырой протеин 44%, сырой жир 23%) изготовлены на опытно-производственной линии Amandus Kahl (Германия) методом экструдирования с использованием матрицы 4,5 мм. Соотношение рыбного жира, рапсового и соевого масла в рецептах комбикормов представлено в таблице 1. В качестве контроля использовали коммерческий корм BioMag для форели.

Таблица 1. Содержание липидных компонентов в комбикормах для форели

Шифр комбикормов	Количество компонента, %		
	Рыбный жир	Рапсовое масло	Соевое масло
КРФР 21/0/0	21	0	0
КРФР 15/3/3	15	3	3
КРФР 9/7/5	9	7	5
КРФР 4/9/8	4	9	8
КРФР 0/9/2	-	9	12
Контроль (BioMag Alpha 790)	Рыбный жир, растительное масло, соотношение неизвестно		

Биологические испытания кормов проводили в группе инкубации и выращивания рыбы на молоди радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, которую содержали в проточных прямоугольных бассейнах объемом 1,3 м³ с начальной плотностью посадки 130

штук/бассейн. Суточный рацион кормления составлял 1,5-1,8 % от биомассы; кормили рыб вручную. Эксперимент продолжался в течение 60 суток.

При проведении рыбоводно-биологических испытаний эффективность кормов оценивали по выживаемости, темпам роста и кормовым затратам (Щербина, Гамыгин, 2006).

Для определения жирнокислотного состава предварительно экстрагировали жир хлороформом, после чего подвергали его прямому метилированию с использованием раствора гидроксида калия в метаноле в соответствии с ГОСТ 31665. Полученные метиловые эфиры жирных кислот анализировали на хроматографе «Кристалл 5000.2» («Хроматэк») по ГОСТ 31663 на капиллярной колонке CR-FAME 100 мх0,25 ммх0,2 мкм. Идентификацию проводили сравнением со стандартной смесью (Supelco 37 component FAME MIX). При обработке результатов измерений использовали метод внутренней нормализации.

Результаты. Анализ жирнокислотного состава комбикормов для радужной форели (таблица 2) показал, что в кормах по мере уменьшения количества рыбного жира и увеличения доли растительных масел, содержание насыщенных жирных кислот (НЖК) снижалось, а мононенасыщенных кислот (МНЖК) – увеличивалось за счет рапсового масла, богатого олеиновой кислотой. Содержание ПНЖК в кормах без рыбного жира было в 1,3 раза выше, чем в кормах, не включавших растительные масла. Рост количества ПНЖК происходил за счет существенного увеличения доли кислот семейства омега-6 на фоне снижения омега-3 кислот, и прежде всего эссенциальных ЭПК и ДГК, присущих рыбным жирам. Однако, вместе с тем с увеличением в кормах количества рапсового и соевого масел шло накопление АЛК, принадлежащей к семейству омега-3.

Таблица 2. Жирнокислотный состав комбикормов для радужной форели, %

Наименование комбикормов	КРФР 21/0/0	КРФР 15/3/3	КРФР 9/7/5	КРФР 4/9/8	КРФР 0/9/2	Контроль
НЖК	33,59	32,76	29,05	24,88	18,38	23,36
МНЖК	34,19	33,99	35,88	36,72	39,11	47,74
ПНЖК	32,22	33,25	35,08	38,40	42,51	28,90
омега-6	5,11	7,15	12,08	18,53	26,51	15,03
омега-3	27,11	26,10	23,00	19,87	16,00	13,87
ЭПК+ДГК	24,18	23,10	18,54	14,01	7,90	9,28
АЛК	2,70	2,75	4,46	5,86	8,11	4,59

Согласно результатам рыбоводно-биологических испытаний комбикормов с различным липидным составом на радужной форели (таблица 3), средние конечные массы экспериментальных и контрольной групп близки между собой. Наибольшие значения по абсолютному и среднесуточному приросту при низких кормовых затратах отмечены у рыб, получавших корм КРФР 9/7/5. Ростовые показатели рыб контрольной группы были несколько хуже. Высокая выживаемость отмечена во всех группах.

Таблица 3. Результаты рыбоводно-биологических испытаний комбикормов с различным липидным составом на радужной форели

Шифр группы	Наименование показателя					
	Начальная масса, г	Конечная масса, г	Абсолютный прирост, г	Средне-суточный прирост, г	Выживаемость, %	Кормовые затраты
КРФР 21/0/0	176,1±13,1	389,0±13,5	213	3,6	95	1,34
КРФР 15/3/3	172,3±11,9	381,5±26,1	209	3,5	94	1,34
КРФР 9/7/5	166,0±10,6	392,4±28,0	226	3,8	96	1,19
КРФР 4/9/8	157,7±9,1	376,5±23,2	219	3,7	95	1,21
КРФР 0/9/12	167,2±16,1	389,0±25,9	222	3,7	94	1,20
Контроль	163,1±14,2	350,8±25,8	188	3,1	95	1,40

Для оценки влияния замены рыбного жира на растительные масла в комбикормах на мышечную ткань проведен анализ жирнокислотного состава общих липидов радужной форели (рисунок). Представленные данные свидетельствуют о том, что при снижении в корме содержания рыбного жира с 21 % до 4 % (образцы КРФР 21/0/0 и КРФР 4/9/8), в мясе форели увеличивается содержание олеиновой и линолевой кислот. Однако количество ЭПК и ДГК в рыбе снижается незначительно, что, по-видимому, связано с присутствием в корме в достаточном количестве АЛК, используемой организмом в качестве субстрата для элонгации. Однако у рыбы, получавшей корм без рыбного жира (КРФР 0/9/12), содержание жирных кислот, присущих растительным маслам максимально, а количество ЭПК и ДГК минимально, несмотря на высокий уровень АЛК в корме. Форель, получавшая контрольный корм, также не смогла накопить в липидах мышц большого количества ЭПК и ДГК.

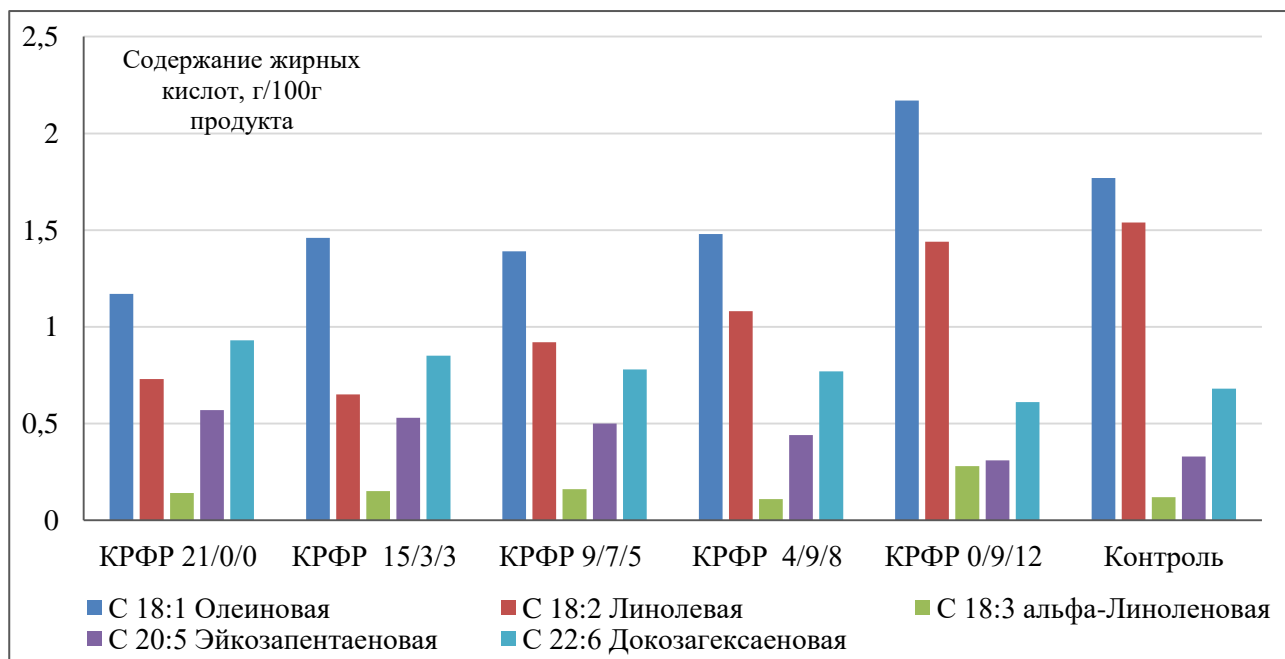


Рисунок. Жирнокислотный состав липидов форели

Полученные данные свидетельствуют о том, что при включении в корма смеси рыбного жира и растительных масел с высоким содержанием АЛК, возможно эффективное выращивание радужной форели с высоким содержанием полезных для здоровья человека длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот. Дальнейшие исследования будут направлены на подбор и балансировку оптимальных соотношений компонентов в липидной композиции кормов для лососевых рыб.

Список литературы

Биндюков С.В., Бурлаченко И.В., Баскакова Ю.А., Артемов Р.В., Арнаутов М.В., Новоселова Ю.А., Гершунская В.В. 2022. Опыт замены рыбьего жира растительными маслами в комбикормах для радужной форели // Труды ВНИРО 187: 138-148.

Щербина М.А., Гамыгин Е.А. 2006. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 360 с.

Sales J., Glencross B. 2011. A meta-analysis of the effects of dietary marine oil replacement with vegetable oils on growth, feed conversion and muscle fatty acid composition of fish species *Aquaculture Nutrition*, 17: e271-e287.

Turchini G.M., Hermon K.M., Francis D.S. 2018. Fatty acids and beyond: Fillet nutritional characterisation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed different dietary oil sources // *Aquaculture* 491: 391-397.

Применение морфологических маркеров в детерминации локальных стад кеты *Oncorhynchus keta*

К.Е. Бырылова¹, П.Б. Михеев^{1,2}, М.Д. Польшгалова¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет («ПГНИУ»), г. Пермь

²Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), г. Хабаровск
E-mail: kseniabyrylova@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты морфометрического анализа локальных стад летней кеты рек Амур и Амгунь. Сравнение полученных данных позволило выявить морфологические особенности характерные для летней кеты, нерестящейся в водосборе р. Амгуни и р. Амур выше устья реки Амгунь.

Ключевые слова: Кета, морфологическая дифференциация, морфологические признаки.

Внутрипопуляционная дифференциация – один из механизмов формирования биологического разнообразия. Она возникает на основе одного и того же генотипа в ответ на разные условия развития особей (Серебровский, 1973; Шмальгаузен, 1968; Медников, 1987). Нашей задачей является проведение морфологического анализа, на основе которого мы пытались найти уникальные, характерные для Амурской и Амгуньской кеты *Oncorhynchus keta* маркеры. Полученные результаты имеют важное значение для дифференциации локальных стад тихоокеанских лососей.

Амурская летняя кета традиционно рассматривается как одна единица запаса, но в связи с тем, что она нерестится в разных частях бассейна реки мы решили проверить гипотезу о существовании двух основных стад: амгуньского, которое размножается в притоках реки Амгунь и Амурского, которое размножается в притоках р. Амур выше устья р. Амгунь.

Материалом для данной работы послужили выборки Амурской и Амгуньской летней кеты. Сбор рыбы осуществлялся во время второго пика нерестового хода, в период с 6 по 13 июля 2022 года. Вылов проходил с помощью плавной сети с размером ячеи 55 мм. Выборка состояла из 30 самок и 30 самцов, поскольку у всех лососевых присутствует яркий половой диморфизм. Все морфологические промеры были выполнены по фотографиям в программе ImageJ. Фото рыб делались в условиях хорошего дневного освещения на мерной доске строго в горизонтальной проекции под углом 90°, чтобы оптическая ось приходилась на середину тела рыбы. Так же для каждой особи был проведен биологический анализ. Для исследования использовали рыб со стадией брачного наряда I-II.

Измерения признаков рыб проводилась по классической схеме И.Ф. Правдина для лососевых рыб (Зиновьев, Мандрица, 2003). Измерения проводились по 31-ому параметру. Статистический анализ данных морфометрии проводился в программе MS Excel с использованием Критерия Стьюдента, который позволил оценить достоверность различий проанализированных выборок. Уровень значимости составлял 0,05.

Как самцы, так и самки Амгуньского от Амурского стад отличались по ряду морфологических признаков. Для самок было обнаружено различие по большему числу признаков, чем у самцов. Самцы из рек Амгунь и Амур отличались друг от друга по 11 признакам, самки – по 14 признакам (Таблица).

Таблица. Результаты сравнения самцов и самок летней кеты, собранной в р. Амгунь и р. Амур.

Признак	самцы	самки
Длина головы (ao)	0,210855	0,038204
Наибольшая высота тела (gh)	0,297596	0,184639
Наименьшая высота тела (ik)	0,230039	0,066885
Антедорсальное расстояние (aq)	0,163292	0,339577
Постдорсальное расстояние (rd)	0,000815	0,016767
Антевентральное расстояние (az)	0,429978	0,117967
Антеанальное расстояние (ay)	0,158255	0,229090
Расстояние между Р и V (vz)	0,194137	0,016311
Расстояние между V и А (zy)	0,014389	0,034652
Длина хвостового стебля (fd)	0,000020	0,003760
Длина основания D (qs)	0,062584	0,356596
Наибольшая высота D (tu)	0,000001	0,000000
Длина основания А (уу1)	0,045173	0,002628
Наибольшая высота А (ej)	0,441827	0,046884
Длина Р (vx)	0,243069	0,237967
Длина V (zz1)	0,021424	0,172020
Длина верхней лопасти С	0,000348	0,000001
Длина нижней лопасти С	0,060227	0,033737
Длина средних лучей С	0,384924	0,072146
Длина рыла (an)	0,229327	0,003869
Диаметр глаза (np)	0,014328	0,407900
заглазничный отдел головы (po)	0,238645	0,159273
Высота головы у затылка (lm)	0,281881	0,000115
Длина верхнечелюстной кости (aab)	0,000331	0,000040
Ширина верхнечелюстной кости (nm1)	0,000219	0,000001
Длина нижней челюсти(kl11)	0,069900	0,365533
Примечание: жирным выделены значения уровня значимости, при котором различия достоверны.		

При сравнении выборок, объединенных по полу между рыбами рек Амгунь и Амур было обнаружено что, для рыб реки Амгунь характерны: меньшие высота наименьшей высоты тела, постдорсальное расстояние, расстояние между V и А, длина хвостового стебля, наибольшая высота D, длина V, длины верхней и нижней лопастей С, а также большая длина основания А. При этом у рыб реки Амур по сравнению с Амгуньской кетой ниже длина основания анального плавника и выше вентро-анальное расстояние. Из признаков головы для рыб реки Амур характерна большая длина рыла, больший диаметр глаза, но меньший размер головы у затылка, а также большая длина верхнечелюстной кости и меньшая её ширина.

Наши результаты могут свидетельствовать о том, что рыбы реки Амур морфологически отличны от рыб реки Амгунь. Скорее всего выявленные отличия рыб могут быть связаны с разницей продолжительности миграции рыб, а также нерестового субстрата. Результаты демонстрируют морфологическую дифференциацию между Амгуньским и Амурским стадами кеты, что может быть использовано в дифференциации локальных стад летней кеты, заходящей в р. Амур на нерест. На этом изучение морфологической дифференциации амурской летней кеты не остановлено и будет продолжаться в недалеком будущем.

Авторы выражают признательность сотрудникам Хабаровского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за помощь в сборе материала.

Список литературы

- Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. 2003. Методы исследования пресноводных рыб: Учебное пособие по спецкурсу. Пермский ун-т. – Пермь. 113 с.
- Медников Б.М. 1987. Проблема водообразования и адаптивные нормы. Журн. общ. биол. Т. 48. №1. С 15-26.
- Серебровский А.С. 1973. Некоторые проблемы органической эволюции. М.: Наука. 168 с.
- Шмальгаузен И.И. 1968. Факторы эволюции. Теория стабилизирующего отбора. М.: Наука. 410 с.

Стадии анемии у двухлеток муксуна (*Coregonus muksun*), выращенного на искусственных кормах при повышенной температуре воды

М.М. Вылка

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

Аннотация. Представлены результаты исследования влияния температурного фактора на гематологические показатели муксуна в условиях аквакультуры. В результате выращивания при неблагоприятном температурном режиме у части рыб развивалась анемия. Выделены две стадии заболевания – у 30 % культивируемых рыб выявлена начальная стадия анемии, а у 9 % – вторая, более тяжелая форма заболевания. У рыб резко снизился гемоглобин, повысилось содержание незрелых форм эритроцитов, уменьшился объем клеток красной крови при повышении объема ядра, что заметно увеличило ядерно-плазменное отношение.

Ключевые слова: аквакультура, муксун, патологии крови, температурный фактор, эритроциты, гемоглобин

Искусственное воспроизводство сиговых рыб, к которым относится муксун, является необходимой мерой в сохранении их природных популяций в условиях нарастающего антропогенного прессинга на водоемы (Костюничев и др., 2015). Специалистами ГосНИОРХа была разработана технология промышленного выращивания сиговых рыб и соответствующие рецептуры кормов, которые постоянно совершенствуются.

При выращивании рыб в промышленных условиях требуется не только рыбоводно-биологическая, но и физиолого-биохимическая оценка. Важную роль при этом играет кровь рыб, которая быстро реагируя на изменения среды, отражает физиологический статус при изменении условий обитания. Гематологический анализ является информативным для физиологической оценки рыб (Головина, Тромбицкий, 1989; Пищенко, 2002), основным критерием диагностики которого является определение содержания гемоглобина в крови. Интенсивность обмена веществ рыб напрямую зависит от температуры (Никольский, 1974), а её изменение сказывается на морфологии красной крови рыб, а также на биохимических свойствах гемоглобина, так как гемоглобин пойкилотермных животных крайне чувствителен к колебаниям температуры воды (Липунова, Скоркина, 2007).

Цель исследования – описание стадий анемии у двухлеток муксуна, выращиваемых в условиях повышенных температур.

Материал и методика. Исследование проводили на двухлетках муксуна, которые были выращены в садках размером 2×2 м, установленных на базе рыбхоза ООО «Форват» в озере Суходольское (Ленинградская обл.). Температура воды длительный период держалась выше допустимой для этих рыб (20°C), достигая 24-25°C.

Рыб кормили экструдированными экспериментальными кормами разного состава и импортным коммерческим кормом (Райсиоагро, Финляндия). Все корма имели схожую питательную ценность, на что указывают близкие показатели роста рыб на всех вариантах кормов (Остроумова и др., 2022). Показатели крови были определены у 80 рыб по 10 экз. из каждого варианта. Проведен стандартный гематологический анализ (Головина, Тромбицкий, 1989; Житенева, 2012): гемоглобин – по Сали, морфология эритроцитов исследована на мазках, окрашенных по методу Паппенгейма. Процент незрелых форм устанавливали при подсчете 200 клеток красной крови. Фотографии эритроцитов получены камерой Levenhuk M1400, в программе Levenhuklite определены продольные и поперечные диаметры клеток и их ядер. Полученные данные использованы для вычисления клеточного и ядерного объемов (Soldatov et. al, 2021) и ядерного-цитоплазматического отношения – показателя

функционального состояния клетки (Мяделец, 2002). Статистическую обработку данных проводили в Microsoft Office Excel 10, различия считались достоверными при уровне значимости $p \leq 0,05$.

При изучении показателей крови у двухлеток муксуна, получавших разные по составу корма, в том числе и импортный, во всех вариантах обнаружено некоторое количество анемичных рыб. Внешних морфологических различий рыбы не имели, отличить анемичных рыб от здоровых можно было лишь по цвету жабр. На мазках крови у некоторых рыб обнаружена патология клеток красной крови: гемолиз эритроцитов, ядерные тени и появление микроцитов. Наблюдалось увеличение массы печени – индекс печени достигал 1,8% при норме 1,1 – 1,5%.

Исследованные особи были разделены на три группы по гематологическим показателям. В группу с нормой крови (Рисунок, а) были отнесены рыбы с высоким (78 г/л) содержанием гемоглобина (более 60% исследованных рыб), рыбы с первой (начальной) стадией анемии составили около 30%. У остальных 9% рыб показатели красной крови значительно отличались (Таблица).

Таблица. Физиологические и гематологические показатели двухлеток муксуна

Показатели	Норма	I стадия	II стадия
	Средние значения и их ошибка (M±m)		
Масса рыбы, г	196±3,15 ^a	189±5,10 ^a	172±9,26 ^a
Гемоглобин, г/л	78,0±0,95 ^a	60±1,00 ^b	30±3,80 ^c
Индекс печени	1,50±0,04 ^{a,b}	1,60±0,04 ^{b,c}	1,80±0,07 ^c
% незрелых эритроцитов	8,0±0,49 ^{a,b}	12,0±1,02 ^b	46,0±1,02 ^c
Объем эритроцита, мкм ³	301±5,42 ^a	283±6,59 ^b	261±2,90 ^c
Объем ядра эр., мкм ³	74±1,61 ^a	80±2,28 ^b	83±6,15 ^{b,c}
Ядерно-плазматическое отношение	0,25±0,01 ^a	0,29±0,01 ^b	0,33±0,02 ^c

Примечание: значения с различными буквенными индексами имеют достоверные различия при уровне значимости $p \leq 0,05$.

К I стадии анемии мы отнесли муксунов с пониженным уровнем содержания гемоглобина крови до 50-60 г/л. При этом изменялось ядерно-плазматическое отношение, в основном, из-за уменьшения объема эритроцитов и, соответственно, уменьшения объема цитоплазмы. Происходило повышение доли незрелых эритроцитов в кровяном русле (Рисунок, б). Наблюдалось усиление эритропоэза при появлении патологий: amitoticкое деление ядер эритроцитов, внутрисосудистый гемолиз, микроциты (аномально мелкие эритроциты). Гемолиз эритроцитов встречался часто и охватывал большую часть эритроцитов. Мембраны некоторых клеток лопались и на мазках появлялись ядерные тени. Количество микроцитов было не велико (менее 1%) и ранее при благоприятных условиях выращивания не встречались.

При критической второй стадии анемии все отмеченные показатели еще более существенно отличались от нормы. Резко снижалось содержание гемоглобина (до 30 г/л) и ниже. В несколько раз повышалось количество незрелых эритроцитов округлой формы с увеличенным ядром и с меньшим объемом цитоплазмы (Рисунок, в), практически не содержащей гемоглобина. Повышенные значения ядерно-плазматического отношения клеток характерны для молодых бластных форм или стареющих клеток (Мяделец, 2002).

Несмотря на отсутствие достоверных различий в индивидуальной средней массе исследованных рыб, наблюдалась тенденция появления анемии II стадии у более мелких особей.

Известно, что патология крови может быть вызвана применением недоброкачественных кормов (Остроумова и др. 2022), но в данном случае анемичные рыбы были обнаружены как при выращивании на экспериментальных диетах разного состава, так и на импортном корме. По всей вероятности развитие анемии было вызвано общим

неблагоприятным фактором, одинаково влияющим на рыб всех вариантов – чрезвычайно высокая температура воды.

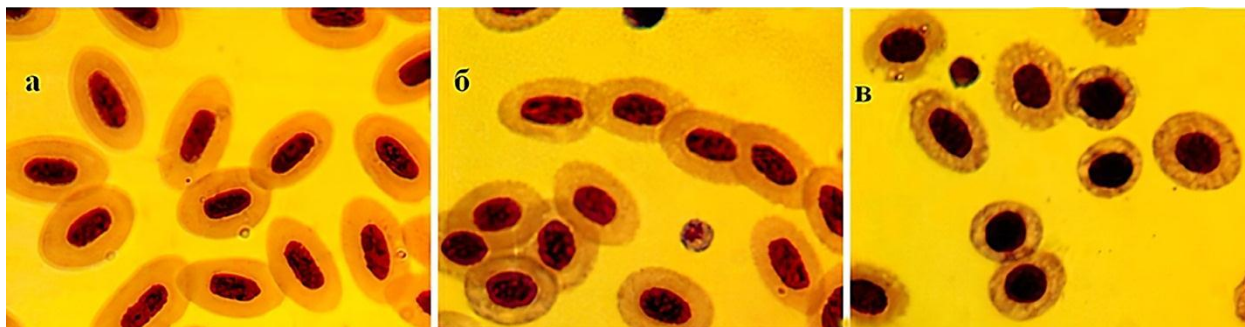


Рисунок. Эритроциты двухлеток муксуна: а – при нормальных показателях красной крови, б – I стадия анемии, в – II стадия анемии.

Таким образом, содержание двухлеток муксуна в условиях повышенных температур приводит к появлению анемии различной степени тяжести. Можно предположить, что анемия, особенно во второй стадии, замедляет рост рыб, что требует проведения дополнительных исследований.

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

Список литературы

- Головина Н.А., Тромбицкий И.Д. 1989. Гематология прудовых рыб. Кишинев. ШТИИЦА, 144 с.
- Житенева А.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А., Мирзоян А.В. 2012. Основы ихтиогематологии (в сравнительном аспекте). АзНИИРХ. Ростов-на-Дону, 320 с.
- Липунова Е.А., Скоркина М.Ю. 2007. Физиология крови: моногр. исслед. Изд-во БелГУ. Белгород, 324 с.
- Мяделец О.Д. 2002. Основы цитологии, эмбриологии и общей гистологии. Изд-во Медицинская книга. НГМД. М., 367 с.
- Костюничев В.В., Богданова В.А., Шумилина А.К., Остроумова И.Н. 2015. Искусственное воспроизводство рыб на Северо-Западе России. Труды ВНИРО, Т. 153: 26-41.
- Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А., Шумилина А.К., Вылка М.М. 2022. Влияние повышенной температуры на физиологическое состояние сиговых рыб (*Coregonidae*) при выращивании их в условиях аквакультуры. Рыбное хозяйство, №1. М.: 69-74. DOI 10/37 663/0131-6184-2022-1-69-74
- Пищенко Е.В. Гематология пресноводной рыбы: Учебное пособие/ Новосиб. гос. аграр. ун-т.- Новосибирск, 2002. 48 с.
- Soldatov A.A., Kukhareva T.A., Morozova V.N., Richkova V.N., Andreyeva A.Yu., Bashmakova A.O. 2021. Morphometric parameters of erythroid hemocytes of alien mollusc *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) under normoxia and anoxia. *Ruthenica* 31(2): 77-86.

Оценка состояния здоровья тупорылого трахинота и желтого групера авоара Южно-Китайского моря

Ю. Гао, П. Цзан

Университет МГУ-ППИ, г. Шэньчжэнь (Китай)

E-mail: yongjun.gao@qq.com

Аннотация. В работе впервые проведена оценка состояния внутренних органов тупорылого трахинота и желтого групера авоара, являющихся важными объектами промысла и аквакультуры. Гистологический анализ выявил отклонения в жабрах, почках и печени, что указывало на то, что рыбы содержатся в состоянии стресса. Все отклонения носили компенсаторно-приспособительный характер.

Ключевые слова: Южно-Китайское море, *Trachinotus blochii*, *Epinephelus awoara*, гистология, анатомия.

Одними из наиболее популярных рыб для еды в Шэньчжэне являются тупорылый трахинот *Trachinotus blochii* и желтый групер авоара *Epinephelus awoara*. Их можно встретить в магазинах, ресторанах и рынках как живом, так и в мороженном виде. Тупорылый трахинот является одним из наиболее выращиваемых видов на юге Китая (Du, Luo; 2004), а желтый групер идет не только на местный рынок, но и активно экспортируется в другие страны (Shi et al., 2015). Рыба является неотъемлемым компонентом питания жителей Шэньчжэня, поэтому в среде, где активно ведется промысел и аквакультура, необходимо постоянно проводить мониторинг не только качества продукции, но и состояния живых рыб. Целью работы является оценка состояния здоровья тупорылого трахинота и желтого групера авоара.

Материалы и методы. 6 особей групера авоара и 6 тупорылых трахинотов, выращенные в округе Наньбао (23°24' с.ш. 116°56' в.д.) провинции Гуандун, были куплены в магазине г. Шэньчжэнь. Размеры груперов составили 31,1-38,1 см, трахинотов 28,0-29,9 см.

Печень, почки, селезенка и жабры были зафиксированы в 10% растворе буферного формалина. Гистологический анализ проведен согласно стандартным методикам, модифицированным для рыб (Микодина и др., 2009). Для проводки использована станция HS566 Carousel Tissue Processor, заливка в парафин проведена на Thermo Fisher Scientific Histostar. Срезы толщиной 3-5 мкм сделаны на микротоме Thermo Scientific HM355S и Leica RM2235, и окрашены гематоксилином по Эрлиху и эозином с помощью автомата Thermo Scientific Geminu AS. Изучение срезов проведено на световом микроскопе Carl Zeiss Primo Star.

Результаты. Патологии жабр у двух видов были выражены в разной степени. У обоих отмечены искривления и разрастания эпителия на концах вторичных жаберных лепестков (Рисунок 1). У трахинота также выявлены очаговая гипертрофия и гиперплазия респираторного эпителия. В некоторых лепестках гиперплазия была настолько сильной, что разросшийся эпителий заполнял все пространство между вторичными филаментами (Рисунок 1б).

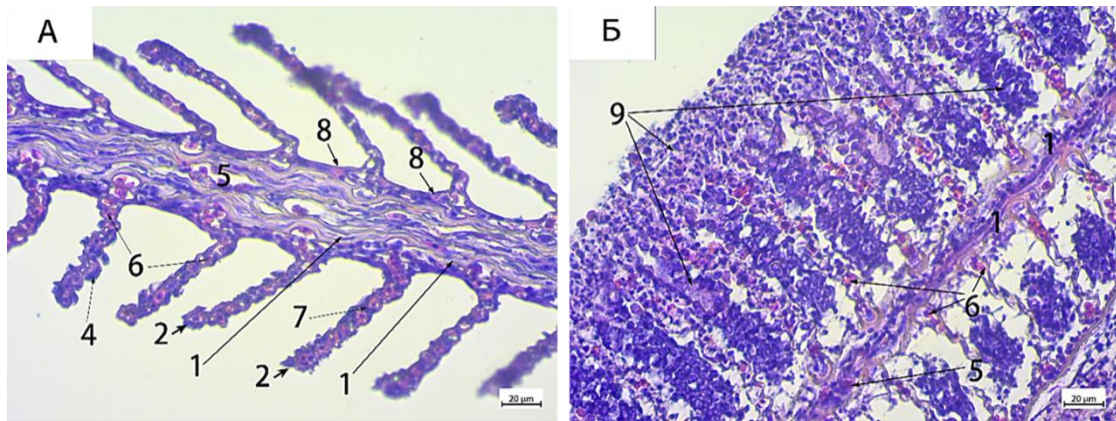


Рисунок 1. Жабры желтого групера авоара *Epinephelus awoara* (А, Б) и тупорылого трахинота *Trachinotus blochii*: 1 — первичный жаберный лепесток, 2 — вторичный жаберный лепесток, 3 — хондроциты, 4 — эпителиальные клетки, 5 — эритроциты в центральном венозном синусе, 6 — эритроциты в артериолах, 7 — столбчатые эпителиальные клетки, 8 — хлоридные клетки, 9 — гипертрофия и гиперплазия респираторного эпителия.

Почки групера имели нормальное строение (Рисунок 2а), в почках трахинота отмечена гиперемия (Рисунок 2б). У обоих видов отмечена гиперемия печени. Вакуолизация цитоплазмы гепатоцитов обнаружена у групера (Рисунок 2в), жировая дистрофия у трахинота (Рисунок 4г). Селезенка обоих видов имела нормальное строение, имела достаточно большое количество центров меланомакрофагов: от 1 до 5 на срез (Рисунок 2д, е).

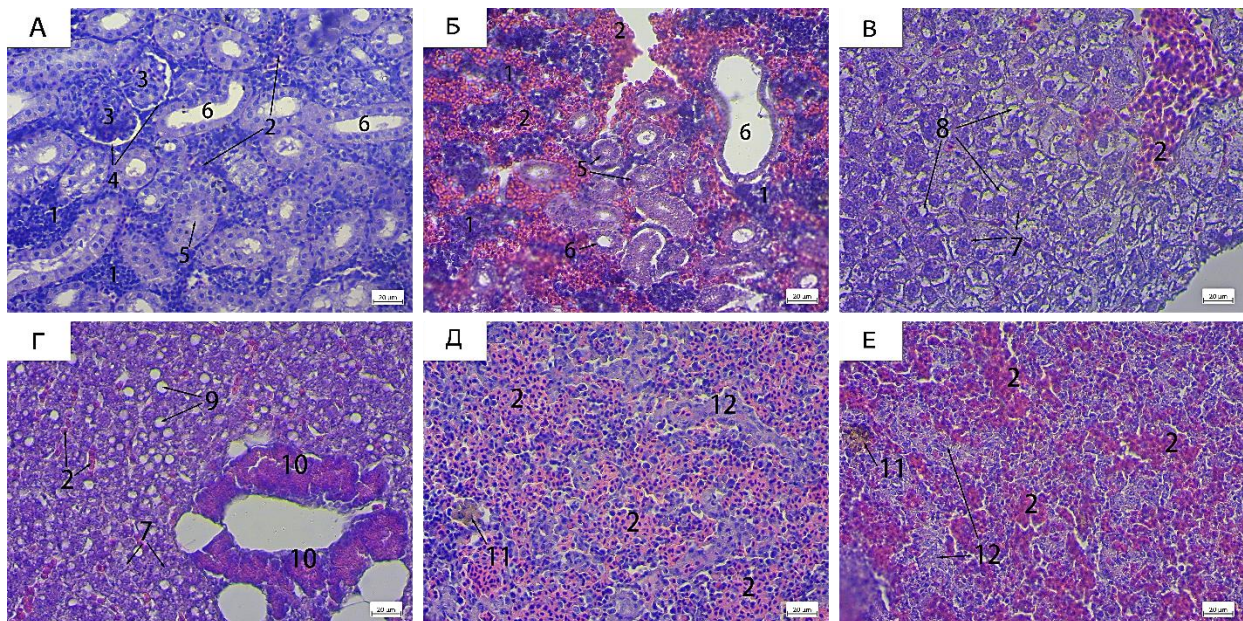


Рисунок 2. Задняя почка (А, Б), печень (В, Г) и селезенка (Д, Е) желтого групера *Epinephelus awoara* (А, В, Д) и тупорылого трахинота *Trachinotus blochii* (Б, Г, Е): 1 — гемопоэтическая ткань, 2 — эритроциты, 3 — почечное тельце, 4 — боуменова капсула, 5 — проксимальные, 6 — дистальные почечные каналцы, 7 — гепатоциты, 8 — вакуолизация цитоплазмы гепатоцитов, 9 — жировая дистрофия печени, 10 — гепатопанкреас, 11 — центры меланомакрофагов, 12 — белая пульпа.

Обсуждение. Гистологический анализ органов и тканей рыб широко используется в биомониторинге и водной токсикологии как инструмент для выявления прямого и непрямого

токсического воздействия на организм. В том числе это удобный метод для исследования качества окружающей среды (Лукин, Лукина, 2015).

Жабры играют первостепенную роль в адаптации рыб к окружающей среде. Из-за большой поверхности и постоянного прямого контакта с окружающей средой жабры считаются основным путем проникновения токсикантов в организм рыбы (Curcio et al., 2022). Гиперплазия респираторного эпителия является одной из типичных компенсаторно-приспособительных реакций. Это прогрессивные изменения, направленные на компенсацию функций поврежденного органа (Bernet et al., 1999). Интенсивная гипертрофия и гиперплазия жаберных эпителиальных клеток была обнаружена также у лещей Северного Каспия (Конькова, Федорова, 2016).

Почки костистых рыб участвуют в экскреции и поддержании водно-солевого баланса, поэтому, также как и жабры, одними из первых сталкиваются с загрязняющими веществами (Sula et al., 2020). Повышенное содержание тяжелых металлов могут вызывать воспаление, гиперплазию желчных протоков, поражение клубочков, отек или некроз почечных и другие изменения (Garai et al., 2021), но гиперемия почек не вызывают.

У исследованных нами рыб отмечена жировая дистрофия печени. Жировые вакуоли могут появляться в гепатоцитах из-за нарушения липидного обмена, что может быть связано со слишком большим содержанием жира в корме, либо в избытке последнего (Zheng et al., 2016).

Результаты гистологических исследований показали, что желтый групер авоара и тупорылый трахинот содержатся в условиях стресса, что отражается на состоянии их внутренних органов. При этом о сильном воздействии на них тяжелых металлов и других загрязнителей говорить нельзя, так как они вызывают более серьезные изменения, чем были показаны нами. Трахинот оказался более чувствительным, чем групер, отклонения были найдены в его жабрах, печени и почках. У групера жабры, почки и селезенка имели относительно нормальное строение. Печень обоих видов имела патологические изменения, что наиболее вероятно связано с несбалансированным питанием.

Список литературы

- Конькова А.В., Федорова Н.Н. 2016. Особенности строения жабр молоди леща *Abramis brama* в Северном Каспии. Морфология, 149(3): 109-110.
- Лукин А.А., Лукина Ю.Н. 2015. Проблемы здоровья рыб во внутренних водоёмах России. Труды ВНИРО. Т. 157: 32-44.
- Микодина Е.В. Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. 2009. Гистология для ихтиологов: Опыты и советы М., ВНИРО. С. 112.
- Bernet D., Schmidt H., Meier W., Burkhardt-Holm P., Wahli T. 1999. Histopathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution. Journal of Fish Diseases, 22(1): 25-34.
- Curcio V., Macirella R., Sesti S., Ahmed A.I.M., Talarico F., Tagarelli A., Mezzasalma M., Brunelli E. 2022. Morphological and functional alterations induced by two ecologically relevant concentrations of lead on *Danio rerio* gills. International journal of molecular sciences, 23 (16), 9165. DOI: 10.3390/ijms23169165
- Du T., Luo J. 2004. Research on artificial breeding of *Trachinotus blochii* [J]. Marine Aquatic Research 25(4): 46-50. DOI:10.3969/j.issn.1000-7075.2004.04.009
- Garai P., Banerjee P., Mondal P., Saha N.C. 2021. Effect of Heavy Metals on Fishes: Toxicity and Bioaccumulation. Journal of Clinical Toxicology. Vol. 11 Iss. S18 No: 001.
- Shi Q., Fan M., Zhang Y. 2015. Economic Fishes of China, Huazhong University of Science and Technology Press. pp. 240-241
- Sula E., Aliko V., Marku E., Nuro A., Faggio C. 2020. Evaluation of kidney histopathological alterations in crucian carp, *Carassius carassius*, from a pesticide and PCB-contaminated freshwater ecosystem, using light microscopy and organ index mathematical model. International Journal of Aquatic Biology. 8: 154-165. DOI: 10.7508/ijab.
- Zheng X., Liu L., Dai W., Wang K., Chen X., Zhao L., Huang Z., Hou J. 2016. Establishment of a diet-induced obesity model in zebrafish larvae. 36: 20-25.

Характеристика роста окуня (*Perca fluviatilis*) в Чограйском водохранилище

Э.И. Гиталов, Г.И. Карнаухов

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону
E-mail: gitalov-e-i@azniirkh.ru

Аннотация. Приведена общая характеристика популяции окуня Чограйского водохранилища по контрольным уловам в период 2016-2021 гг. Дана сравнительная характеристика линейного роста самок и самцов окуня. Выявлены различия в темпе роста и скорости роста окуня по годам.

Ключевые слова: Чограйское водохранилище, речной окунь, возраст, размер, темп роста, скорость роста, удельная скорость роста.

Чограйское водохранилище создано в Кумо-Манычской впадине, в долине р. Восточный Маныч путем сооружения земляной плотины длиной около 10 км и шириной 8 км. Водохранилище введено в эксплуатацию в 1969 г., а его проектное заполнение закончилось в 1973 г. Первоначально площадь акватории водохранилища при нормальном подпорном уровне составляла 19,3 тыс. га. В настоящее время площадь водоема сократилась почти вдвое - до 10,0 тыс. га. Основной источник водоподачи ($60 \text{ м}^3/\text{с}$) - воды, поступающие по Терско-Кумскому и Кумо-Манычскому каналам из бассейнов рек Терек и Кума.

Чограйское водохранилище характеризуется непостоянным уровневым режимом, что связано с объемами поступления воды. Приходная часть водного баланса водохранилища базируется на поступлении воды по Кумо-Манычскому каналу (86 %), частично за счет атмосферных осадков и грунтовых вод (11 %) и бокового притока малых рек (3 %, основной исток р. Восточный Маныч). В расходную часть водного баланса входят, прежде всего, сброс воды в Черноземельский канал (50 %), а также сброс воды в р. Восточный Маныч (19 %), испарение с водной поверхности (30 %), фильтрация в створе плотины и орошение (около 1 %), (Базелюк и др., 2012).

Работы по изучению ихтиофауны Чограйского водохранилища проводятся с момента его ввода в эксплуатацию и были направлены в основном на изучение видового состава, распределения и оценку рыбного промысла. Исследователями получены многочисленные сведения о видовом составе, распределении и рыбном промысле (Круглова и др., 1974; Никитина, 1982; Москул, 1995; Петрушкиева, 2002; Карнаухов и др., 2021 и др.). Однако работы, затрагивающие особенности роста того или иного промыслового вида рыб, практически отсутствуют (Карнаухов, 2021; Карнаухов, Иголкин, 2022). Изучение особенностей роста рыб имеет определенное научное и практическое значение. Оценка ростовых показателей промысловых рыб в водоеме позволяет моделировать динамику численности с последующим прогнозированием промысловых запасов.

Сбор материала проводили с 2016 г. по 2021 г. в Чограйском водохранилище. При сборе материала использовались ставные сети ячеей 20-50 мм, длиной 30 м. Экспозиция сетепостановок составляла 8 ч. Всего собрано и обработано 2249 экз. речного окуня. Камеральная обработка проводилась по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Рокицкий, 1973; Мина, Клевезаль, 1976; Кафанова, 1984).

По рыбохозяйственной значимости окунь в Чограйском водохранилище занимает третье место после леща и карася. Ареал окуня непрерывно простирается по всему водохранилищу. Наиболее плотные скопления сосредоточены в центральной части водоема.

Возрастная структура окуня в Чограйском водохранилище представлена особями в возрасте от 1 до 9 лет с доминированием рыб в возрасте 3-5 лет (51,5 %). Размеры окуня в контрольных уловах находились в пределах 12,5-33,2 см при средних размерах $22,2 \pm 5,1$ см

В ходе исследований установлено, что размерно-возрастной состав окуня специфичен для различных частей его ареала. В прибрежной мелководной части водохранилища, как правило, обитает окунь длиной около $15,1 \pm 0,9$ см в возрасте до 3 лет. Средняя длина окуня в возрасте от 4 до 9 лет в центральной части водоема увеличивается до $23,3 \pm 4,6$ см. Выявленная изменчивость размерно-массового состава является показателем расселения этого вида по акватории водохранилища.

Упитанность особей оценивалась по коэффициенту Фультона. Результаты исследования показали, что коэффициент упитанности у окуня Чограйского водохранилища варьировал в пределах 2,0-2,4 у самок и 2,0-2,5 у самцов при среднем значении $2,17 \pm 0,11$. Показатели упитанности по всем возрастным группам имели относительно близкие значения.

Для анализа динамики линейных показателей были рассчитаны коэффициенты вариации, а для определения статистической значимости различий средних величин отдельных возрастных групп самок и самцов использовался коэффициент Стьюдента (Таблица 1).

Таблица 1. Динамика линейных показателей самок и самцов речного окуня в Чограйском водохранилище

Возраст, лет	Самки			Самцы			t-критерий	P ≤0,01	P ≤0,05
	N, экз.	L _{ср.} ±δ	Cv, %	N, экз.	L _{ср.} ±δ	Cv, %			
1+	149	15,9±0,8	5,2	143	14,5±1,0	7,1	7,7	2,63	1,99
2+	146	17,6±0,7	3,9	173	17,7±0,9	5,2	0,7	2,61	1,97
3+	161	19,6±0,6	3,3	152	20,7±1,1	5,4	6,3	2,61	1,97
4+	164	22,4±0,8	3,6	138	23,0±1,1	4,6	2,8	2,63	1,98
5+	140	25,7±1,1	4,2	131	25,2±0,9	3,6	1,9	2,65	1,99
6+	131	28,0±0,5	1,8	129	27,9±0,6	2,3	0,5	2,66	2,00
7+	128	29,5±0,5	1,6	124	29,5±0,5	1,6	0,2	2,68	2,00
8+	121	31,9±0,4	1,7	119	31,3±0,4	1,2	4,1	2,71	2,02

Следует отметить, что на темп роста окуня не столько влияют климатические особенности сколько обеспеченность пищей. В целом, скорость роста окуня в Чограйском водохранилище невысока. Максимальные приросты отмечаются в период полового созревания. Удельная скорость роста рыб в разные годы отличается, что, по всей вероятности, связано с неодинаковой обеспеченностью кормом. Удельная скорость роста окуня, как видно из данных таблицы 2, также разнится. В начальный фертильный период удельная скорость роста у самцов почти в два раза превышает аналогичный показатель у самок. Вступление рыб в репродуктивный период приводит к увеличению показателей удельного роста (Таблица 2).

На основании проведенных исследований линейного роста окуня Чограйского водохранилища можно сделать следующие выводы: наиболее высокий темп роста характерен для первого года жизни окуня, половые различия в приростах и длине не выявлены.

Таблица 2. Темп и скорость роста окуня в Чограйском водохранилище генераций 2016-2021 гг.

Возрастные группы	Показатели	Год						Среднее
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Самки								
2+	Темп роста, см	3,31	1,36	1,45	1,69	1,11	1,07	1,67
	Скорость роста, ч ¹	0,08	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
3+	Темп роста, см	2,26	2,64	1,81	1,87	1,79	1,60	2,00
	Скорость роста, ч ¹	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
4+	Темп роста, см	3,34	2,16	2,69	2,52	3,46	3,37	2,92

	Скорость роста, ч ¹	0,08	0,06	0,07	0,06	0,09	0,08	0,07
5+	Темп роста, см	1,00	2,01	3,51	3,96	4,30	3,58	3,06
	Скорость роста, ч ¹	0,03	0,05	0,09	0,10	0,11	0,09	0,08
6+	Темп роста, см	3,70	3,72	1,94	1,62	1,38	2,00	2,39
	Скорость роста, ч ¹	0,09	0,09	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06
7+	Темп роста, см	1,30	1,42	2,00	1,60	1,67	1,30	1,55
	Скорость роста, ч ¹	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04
8+	Темп роста, см	2,43	2,29	1,37	2,59	2,50	2,88	2,34
	Скорость роста, ч ¹	0,06	0,06	0,04	0,07	0,07	0,08	0,06
Самцы								
2+	Темп роста, см	4,30	3,33	3,03	2,51	3,29	3,32	3,30
	Скорость роста, ч ¹	0,10	0,08	0,08	0,06	0,08	0,08	0,08
3+	Темп роста, см	2,16	2,35	3,35	4,15	2,75	3,38	3,02
	Скорость роста, ч ¹	0,06	0,06	0,08	0,10	0,07	0,09	0,08
4+	Темп роста, см	2,23	2,20	2,38	2,67	2,63	2,52	2,44
	Скорость роста, ч ¹	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06
5+	Темп роста, см	3,17	2,06	1,75	1,28	2,51	2,10	2,15
	Скорость роста, ч ¹	0,08	0,05	0,05	0,03	0,07	0,06	0,06
6+	Темп роста, см	2,74	3,08	2,94	3,16	2,35	2,00	2,71
	Скорость роста, ч ¹	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06	0,05	0,07
7+	Темп роста, см	1,58	1,85	1,70	1,50	1,35	1,53	1,59
	Скорость роста, ч ¹	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
8+	Темп роста, см	2,23	1,87	1,73	1,63	1,58	1,72	1,79
	Скорость роста, ч ¹	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05

Список литературы

Базелюк А.А., Лурье П.М., Панов В.Д. 2012. Возможное изменение водного баланса Манычских водохранилищ в условиях изменения климата. Труды Всероссийской научной конференции «Современные проблемы стохастической гидрологии и регулирования стока». Российская акад. наук, Ин-т водных проблем. Москва, 10-12 апреля, 487 с.

Карнаухов Г.И. 2021. Анализ состояния популяций судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) Чограйского водохранилища (2015-2020 гг.). Труды АзНИИРХ. Ростов-на-Дону, С. 57-62.

Карнаухов Г.И., Каширин А.В., Гиталов Э.И., Сирота Ю.В. 2021. Влияние абиотических и антропогенных факторов на формирование современного состава ихтиофауны Чограйского водохранилища. Водные биоресурсы и среда обитания. Ростов-на-Дону. Том 4, № 3, 62-73.

Карнаухов Г.И., Иголкин Н.Д. 2022. Характеристика роста леща (*Abramis brama*) в Чограйском водохранилище. Международный научно-исследовательский журнал. № 3 (117), Ч. I, 182-186.

Кафанова В.В. 1984. Методы определения возраста и роста рыб: Учебное пособие. Томск: изд-во Томского университета, 56 с.

Круглова В.М., Рейх Е.М., Кузьмичева И.Я., Чердынцева Л.М., Юдина С.В., Болоховец Л.В. 1974. Формирование гидрохимического и биологического режима Чограйского водохранилища. Труды ВНИРО. Т. 103, 51–58.

Мина М. В., Клевезаль Г. А. 1976. Рост животных. М.: Наука, 291 с.

Москул Г.А. 1995. Биологические основы рыбохозяйственного освоения внутренних водоемов Северного Кавказа. Автореф. дис. докт. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 51 с.

Никитина Н.К. 1982. Биологические основы направленного формирования промысловой ихтиофауны водоемов Калмыкии (на примере Чограйского водохранилища). Автореф. дис. канд. биол. наук. Л.: ГосНИОРХ, 24 с.

Петрушкиева Д.С. 2002. Рыбные ресурсы Калмыкии и биологические основы и рационального использования. Дис. канд. биол. наук. Астрахань, 181 с.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 376 с.

Рокицкий П.Ф. 1973. Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 320 с.

Оценка влияния температурных показателей на формирование численности в разные периоды жизни горбуши западного и восточного побережий Камчатки

Н.А. Дедерер, Е.А. Шевляков

Тихоокеанский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ТИНРО»), г. Владивосток
E-mail: nikita.dederer@tinro-center.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ некоторых баз данных (БД) описывающих SST (температуру поверхности воды) вдоль побережья западной Камчатки с данными отечественных метеостанций поселков Большерецк, Ича, Соболево и Озерновский, осуществлявших мониторинг температуры воздуха и в отдельные годы температуры воды в прилегающих участках побережья. Выявлены БД («10-days-SST», «MGDSST», «HIMSST») адекватно описывающие фактический ход температуры воды в побережье и температуры воздуха в районе концентрации основных нерестовых водоемов и водотоков (ECMWF V5). Выбранные базы данных использовались для построения продолжительных рядов температурных характеристик в материковой части Камчатки и некоторых районов Берингова и Охотского морей, используемых горбушей западного и северо-восточного побережий Камчатки на разных этапах своего жизненного цикла.

Ключевые слова: Горбуша, кратность воспроизводства, температура поверхности воды (SST), температура воздуха, Охотское море, Берингово море.

Причины межгодовых колебаний численности горбуши вызывают интерес не только ученых, но и предприятий рыбной промышленности нуждающейся в достоверных прогнозах уловов для оптимизации производственных процессов в районах традиционного промысла. Одним из наиболее критических периодов жизни горбуши является этап покатной миграции ее молоди, адаптации и выживания в морской среде (Карпенко, 1998). Основной задачей текущей работы было оценить влияние SST на наиболее уязвимых ранних этапах жизненного цикла горбуши в период ската ее молоди из рек в прибрежные участки морских акваторий и по мере откочевки в открытые морские районы. В настоящее время существуют значительное количество БД, содержащих ряды температурных характеристик, как поверхности воды, так и температуры воздуха. Сравнительный анализ массивов SST для одного полигона охватывающего прибрежные воды западной Камчатки, но сформированный из разных БД показал их неоднородность. Для выявления источника, наиболее достоверно описывающего SST в побережье, был проведен корреляционный анализ между данными прибрежных метеостанций (Большерецк, Ича, Соболево, Озерновский) и данными SST из некоторых БД. Наиболее приемлемыми признаны данные японского метеорологического агентства JMA («10-days-SST», «MGDSST», «HIMSST») доступ к которым представлен в рамках международного проекта NEAR-GOOS (Ishii et al., 2005; Kurihara et al., 2006). Эти же БД были рекомендованы в работе (Устинова, Сорокин, 2013), как наиболее ориентированные для дальневосточных морей. Выбор для работы сразу 3-х БД продиктован необходимостью охвата периода, за который имеется промысловая и биологическая информация. Мониторинг пропуска производителей горбуши на нерестилища Камчатки ведется «КамчатНИРО» с 1957 г. (в настоящее время Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»).

Поклоения тихоокеанских лососей, продуцируемые родителями в год их нереста, характеризуются разным уровнем численности, связанным нелинейным образом с численностью родительского стада в результате действия плотностных эффектов. При оценке вклада средовых характеристик в формирование урожайности возвратов, собственно численность, выраженная в абсолютных величинах, не может выступать в качестве

зависимой переменной, поскольку её колебания в поколениях велики и в значительной мере связаны с внутривидовыми факторами. Исключить влияние внутривидовых факторов в определенной степени позволяет использование относительного параметра – кратности воспроизводства, трактуемого как отношение численности потомков на одного родителя. Данный параметр демонстрирует эффективность воспроизводства каждого поколения и позволяет, хоть и не в полной мере, оценить возможное воздействие средовых характеристик в качестве лимитирующего фактора в наиболее критические с точки зрения формирования величины поколения периоды.

Воздействие средовых характеристик, в данном случае, SST и температуры воздуха оценивали для каждого района, который приурочен к определенному этапу жизни горбуши. Исследовали инкубационный период, в течение которого икра, а затем личинки горбуши проводят в нерестовом бугре до 7-9 месяцев, прежде чем его покинуть (Шунтов, Темных, 2008), ранний период жизни в морском прибрежье (Коваль, 2008; Карпенко, 1998) и этапы осеннего нагула горбуши, сроки нахождения горбуши в выделенных районах и их границы определены на основе результатов траловых съемок (КамчатНИРО, ТИНРО) и генетических исследований (Шпигальская и др., 2011а,б) (рисунок).

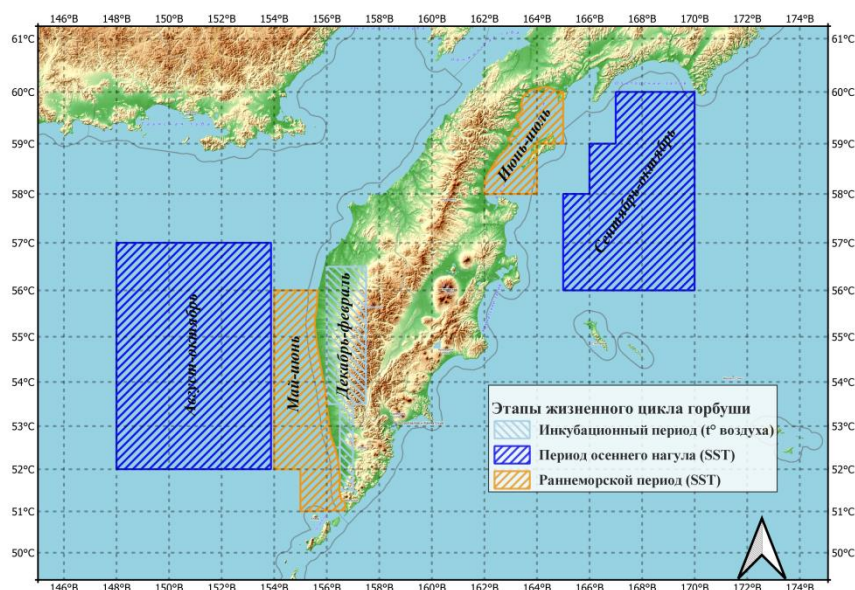


Рисунок. Районы исследований, охватывающие некоторые этапы жизненного цикла горбуши западного и восточного побережий Камчатки, для которых формировались массивы данных SST и $t^{\circ}\text{C}$ воздуха.

За рассмотренный период с 1957 по 2020 гг. наблюдался тренд на увеличение среднемесячной температуры воздуха в районе расположения нерестилищ горбуши западной Камчатки и SST в Охотском и Беринговом морях, на акваториях раннего морского нагула и в период осеннего нагула при откочевке в открытые воды. Особенно выражен рост SST в последние два десятилетия, на протяжении которых происходило увеличение численности горбуши западного и восточного побережий Камчатки, потепление в этих районах отмечают и другие авторы (Хен и др., 2020; Шкаберда, Василевская, 2013).

Анализ сопряженности эффективности воспроизводства горбуши с температурными условиями в периоды эмбрионально-личиночного периода развития в нерестовых буграх, осеннего нагула и откочевки молоди из прибрежной зоны в открытые участки моря не показал влияния характеристик среды на формирование урожайности поколений, не связанного с внутривидовыми механизмами.

Связь параметров SST в прибрежье и кратности воспроизводства наблюдалась на всем протяжении ретроспективного ряда и имела смещение каждые 10-15 лет на более ранние сроки, что дает основания полагать, что за более чем 60-ти летний период наблюдений в зависимости от температурных условий имела место и сезонная изменчивость периода

воздействия этих факторов. Что, в свою очередь, может свидетельствовать, о том что в периоде менялись и гидрологические условия непосредственно в реках (распаление снега и начало паводковых явлений), определяющие и сроки выхода личинок горбуши из нерестовых бугров и её ската в морское побережье, а также и степень соответствия развития кормовой базы в морском побережье периоду ската молоди. Поскольку температурные условия в прибрежной зоне определяются не только поступлением солнечной радиации, но и процессами переноса водных масс течениями.

Проведенное исследование показало сложный характер взаимодействия весенних процессов прогрева воздуха в районах воспроизводства, прогрева прибрежных вод в период выхода личинок из гнезда с началом покатных миграций, сменой пресноводной на морскую фазу и адаптацией смолтов во время раннего морского периода. Сам ранний морской период можно выделить, как один из наиболее значимых в формировании урожайности поколений горбуши, после нерестового.

Список литературы

Казарновский М.Я. 1987. Японский промысел лососей в северо-западной части Тихого океана – М.: Изд-во ВНИРО, 50 с.

Карпенко В.И. 1998. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей – М.: Изд-во ВНИРО, 165 с.

Коваль М.В. 2008. Распределение, миграции и размерно-весовая характеристика молоди тихоокеанских лососей в прибрежных водах западной Камчатки и в Камчатском заливе в летний период 2004–2007 гг. // Бюллетень № 3 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО-центр: 115–124.

Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д. 2013. Сравнительная оценка баз данных о температуре поверхности океана, используемых для дальневосточных морей // Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана: Материалы отраслевого семинара. – Владивосток: ТИНРО-Центр: 83-86

Хен Г.В., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д. 2020. Многолетние изменения термических условий на поверхности дальневосточных морей и СЗТО и их связь с крупномасштабными климатическими процессами // Известия ТИНРО 202(1): 187–207. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-187-207.

Шкаберда О.А., Василевская Л.Н. 2013. Оценка изменений температуры воздуха на Камчатке за последние 60 лет // Вестник ДВО РАН 3: 69-77

Шпигальская Н.Ю., Брыков В.А., Кухлевский А.Д., Сараванский О.Н., Климов А.В., Четвертак А.А., Шевляков Е.А. 2011. Региональная идентификация смешанных морских скоплений молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum) на основе изменчивости фрагмента Cytb/D-лоормитохондриальной ДНК // Известия ТИНРО 165: 89–103.

Шпигальская Н.Ю., Муравская У.О., Сараванский О.Н., Шевляков Е.А. 2011. Предварительные результаты региональной идентификации молоди горбуши по материалам осенней траловой съемки в Охотском море в 2010 г. // Бюллетень № 6 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО-центр: 284–287.

Шунтов В.П., Темных О.С. 2011. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах: монография Т. 2. Владивосток: ТИНРО-Центр. 473 с

Яновская Н.В. 1989. Уловы тихоокеанских лососей, 1900-1986 гг. // ВНИИ мор.рыб. хоз-ва и океанографии, 213 с.

Kurihara Y., Sakurai T., Kuragano T. 2006. Global daily sea surface temperature analysis using data from satellite microwave radiometer, satellite infrared radiometer and in-situ observations // Weath. Bulletin. 73: 1-18.

Ishii M., Shouji A., Sugimoto S., Matsumoto T. 2005. Objective Analyses of Sea-Surface Temperature and Marine Meteorological Variables for the 20th Century using ICOADS and the Kobe Collection // Int. J. Climatol. 25: 865-879.

Оценка внутривидового состава региональных группировок молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) в бассейне Охотского моря осенью 2019 г.

А.Д. Денисенко¹, О.А. Пильганчук¹, О.В. Зикунова¹, У.О. Муравская¹, В.В. Савенков¹, Н.Ю. Шпигальская¹

¹Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: ngc_2346@mail.ru

Аннотация. Представлена популяционно-генетическая структура кеты по основным регионам воспроизводства Дальнего Востока России на основе изменчивости восьми микросателлитных локусов (*Ssa20.19*, *One101*, *Oke3*, *Oki1b*, *Oki23*, *Ogo2G*, *Oke11*, *Ots102*). В целях генетической идентификации определены четыре основные региональные группы, для каждой из которых рассчитана точность получаемых оценок. Приведены результаты генетической идентификации по данным осенней траловой съемки в Охотском море в 2019 г. **Ключевые слова:** кета, *Oncorhynchus keta*, популяционная структура, микросателлитные локусы, генетическая идентификация, Охотское море.

Кета является одним из важнейших объектов рыбного промысла на Дальнем Востоке Российской Федерации. Для повышения точности прогноза вылова и оценки нерестовых подходов в регионы воспроизводства необходимы данные о составе смешанных скоплений в период нагула молоди в Охотском море.

В проведенном исследовании для выполнения идентификации смешанных скоплений молоди кеты в Охотском море, использовали созданную в лаборатории молекулярной генетики Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО») референсную базу данных частот восьми микросателлитных локусов (*Ssa20.19*, *One101*, *Oke3*, *Oki1b*, *Oki23*, *Ogo2G*, *Oke11*, *Ots102*). В базу данных входят 26 выборок (1274 экз.) кеты, отобранных из основных нерестовых водных объектов охотоморского бассейна (за исключением Японского архипелага). Материалом для региональной идентификации молоди кеты по данным осенней траловой съемки в Охотском море в 2019 г. послужили 528 экз., собранные на одиннадцати станциях из наиболее массовых скоплений молоди. В работе использовали стандартные генетические методы (Маниатис и др., 1984; Sambrook et al., 1989) и методы статистической обработки результатов генетических исследований.

Кластерный анализ, выполненный в программном пакете GDA (Lewis, Zaykin, 2001) методом UPGMA на основе генетических дистанций Нея, позволил выявить наличие шести региональных группировок кеты — «Западная Камчатка», «Сахалин», «Курильские о-ва», «бас. р. Амур», «р. Пенжина», «материковое побережье Охотского моря (МПОМ)» (рис. 1).

Так же был выполнен статистический анализ в программе GenAlex 6 (Peakall, Smouse, 2006), позволивший получить графическое отражение генетических различий между выборками из рек каждой географической группы. Наглядно показаны значительные различия групп рек Курильских о-вов, бас. р. Амур и о. Сахалин. Популяции рек Западной Камчатки и МПОМ образуют относительно единый массив (рис. 2).

Оценка точности идентификации выделенных региональных групп кеты бассейна Охотского моря с использованием программы ONCOR (Anderson et al., 2007) показала, что с наибольшей вероятностью (94,6%) можно определить кету Курильских о-вов и бас. р. Амур (84,4 %). Поскольку точность региональной идентификации для северных стад (Западная Камчатка, материковое побережье Охотского моря и р. Пенжина) была относительно низкой, принято решение объединить эти группы в один региональный комплекс. В этом случае оценка точности идентификации возросла с 51,8% до 74,9% для объединенной группы северных рек.

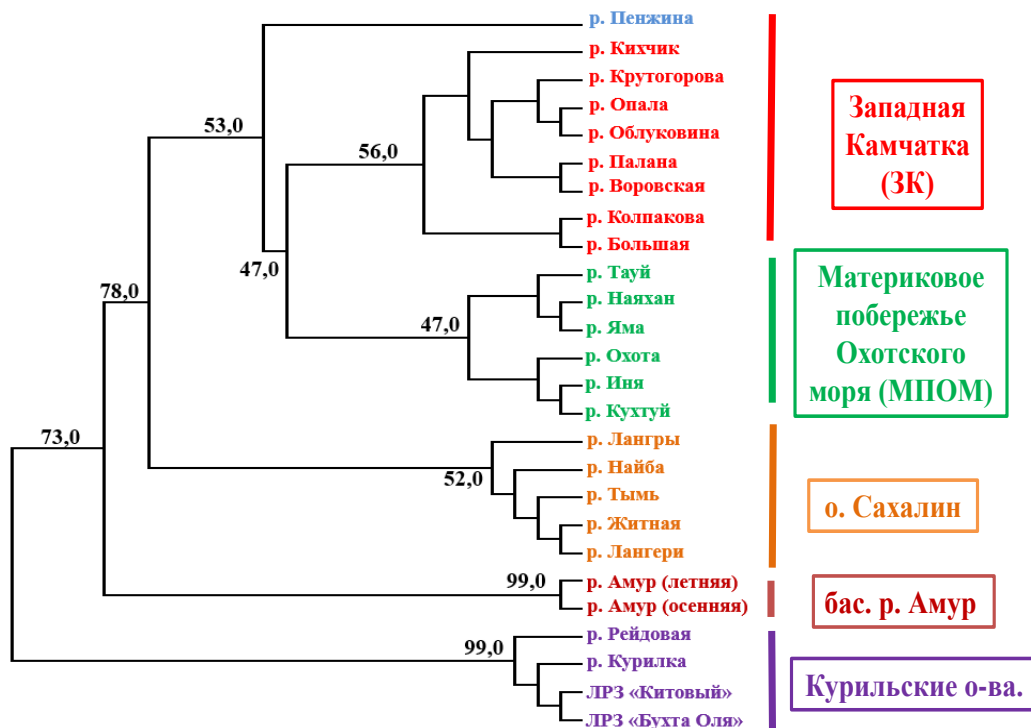
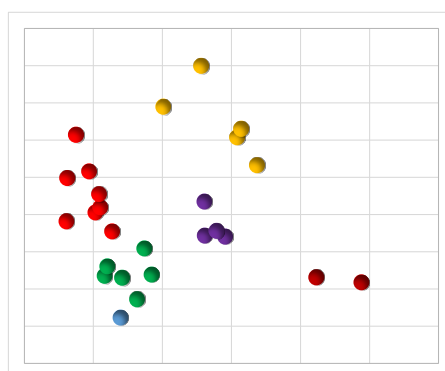


Рисунок 1. UPGMA-дендрограмма, построенная на основе генетических дистанций Нея, вычисленных по частотам восьми микросателлитных локусов кеты бассейна Охотского моря.



● Западная Камчатка, ● МПОМ, ● р. Пенжина, ● о. Сахалин, ● бас. р. Амур, ● Курильские о-ва.

Рисунок 2. Двумерное распределение выборок кеты бассейна Охотского моря на основе аллельной изменчивости восьми микросателлитных локусов.

Включенные в анализ выборки из уловов траловой съемки в Охотском море были проанализированы по отдельности, а также объединены в три группы — «северо-восточная», «центральная» и «юго-западная». Район съемки возле Курильских о-вов представлен только одной выборкой (рис. 3).

Результаты региональной идентификации смешанных выборок кеты показали, что в «северо-восточной» группе преобладали особи из рек Западной Камчатки и МПОМ (52%). В равных долях (21%) определены представители о-ва Сахалин и Курильских о-вов.

В центральной части Охотского моря доминировала молодь из водных объектов Курильских о-вов (54%), в значимом количестве (33 %) выявлены особи о-ва Сахалин.

В «юго-западной» группе выборок в наибольшей степени представлена сахалинская молодь (35 %), особи других регионов определены в существенно меньшем количестве (16–29%).

В улове траления № 38К (46° с. ш., вблизи Курильской гряды) в подавляющем большинстве была выявлена молодь кеты Курильских о-вов.

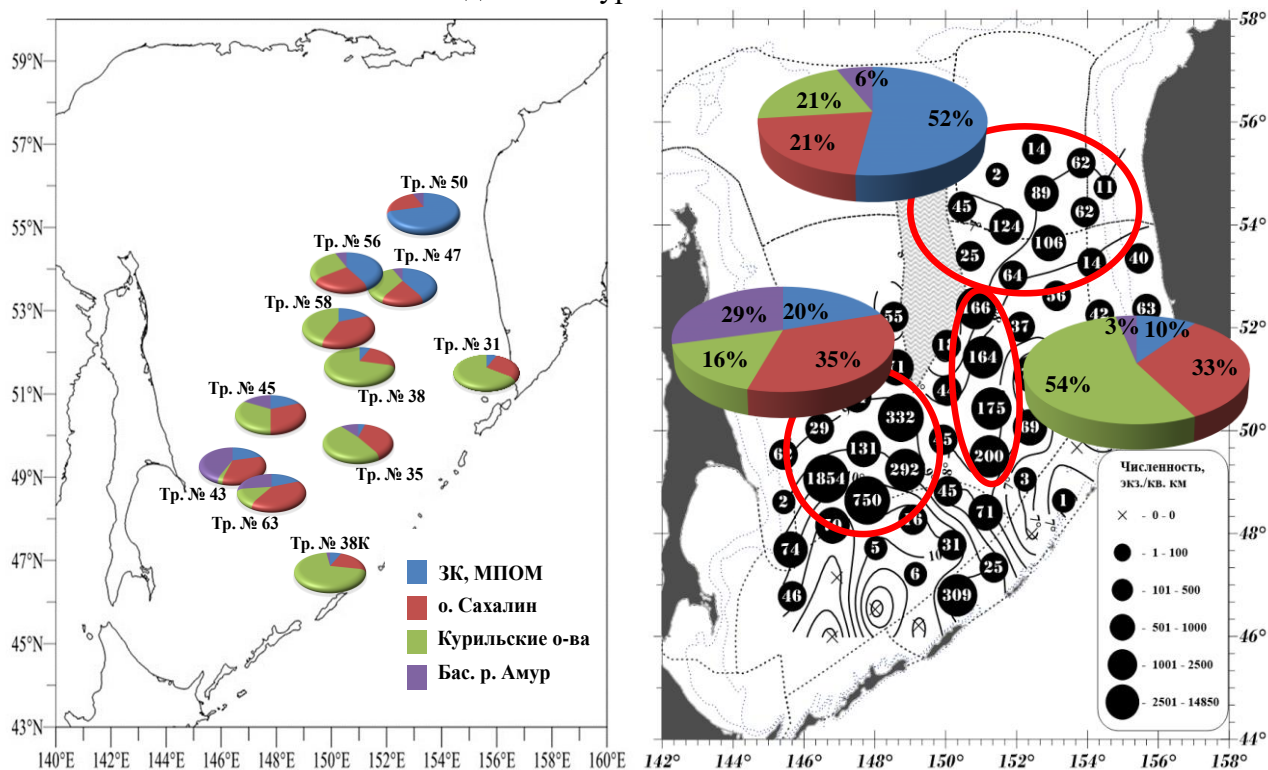


Рисунок 3. Процентное соотношение молоди кеты различных регионов охотоморского бассейна из уловов осенней траловой съемки на НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО» осенью 2019 г.

Полученные данные будут использованы в качестве вспомогательного блока для расчёта численности возвратов производителей кеты в регионы воспроизводства. В целях повышения точности прогнозов динамики численности кеты Западной Камчатки первоочередной задачей выступает определение региональной доли особей в смешанных уловах осенней траловой съемки. В дальнейшем в качестве вспомогательных величин будут привлечены такие показатели, как уровень выживаемости молоди от общей учтённой численности, долевого вклад производителей кеты Западной Камчатки в северном комплексе, куда входит МПОМ, соотношение возрастных групп в поколениях. По мере накопления рядов наблюдений будет возможен анализ потенциальной взаимосвязи «учет в море — возврат» на уровне отдельных доминирующих поколений производителей кеты — возраст 3+ и 4+.

Список литературы

- Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. 1984. Молекулярное клонирование. Москва: Мир, 479 с.
- Anderson E.C., Waples R.S., Kalinovski S.T. 2007. An improved method for estimating the accuracy of genetic stock identification. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 1475–1486.
- Lewis P.O., Zaykin D.Yu. 2001. Genetic data analysis: computer program for the analysis of allelic data [Electronic resource] URL: <http://lewis.eeb.uconn.lewishome/software.html>.
- Peakall R., Smouse P.E. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology, Notes* 6, P. 288–295.
- Sambrook J., Fritsch E.F., T. Maniatis. 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. N. Y.: Cold Spring Harbor Lab. Press, 1626 p.

Особенности освоения запасов донных рыб в январе-августе 2020-2022 гг. в Северо-Охотоморской промысловой подзоне Охотского моря

Ю.А. Елатинцева¹, Ю.К. Семенов¹, А.А. Смирнов^{2,3}

¹ Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), г. Магадан

² ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва;

³ Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), г. Магадан

E-mail: sapmagniro@mail.ru

Аннотация. На основе материалов, собранных в 2020-2022 гг., рассматриваются особенности промысла донных рыб (палтусов, скатов, макрурусов, трески, шипошека) в Северо-Охотоморской промысловой подзоне Охотского моря. Предлагаются меры по оптимизации промысла.

Ключевые слова: палтусы, скаты, макрурусы, треска, шипошек, Охотское море, вылов, донные яруса, донные сети

В последние годы промышленный лов донных рыб активно развивается в Северо-Охотоморской промысловой подзоне (СОМ) Охотского моря (Юсупов и др., 2012; Семенов и др., 2020).

Этот промысел в преобладающей степени осуществляется ярусами и донными сетями, которые являются орудиями многовидового промысла. В уловах доминируют такие объекты, как черный и белокорый палтусы (*Reinhardtius hippoglossoides* и *Hippoglossus stenolepis*), треска (*Gadus macrocephalus*), макрурусы (преобладает, в основном, малоглазый макрурус (*Albatrossia pectoralis*)) (Тупоногов, Новиков, 2016), скаты (доминирует щитоносный скат (*Bathyraja parmifera*)) (Прикоки, 2015), длинноперый шипошек (*Sebastolobus macrochir*).

По информации «МагаданНИРО», подготовленной на основе судовых суточных донесений (ССД), а также материалов, поступивших от научных наблюдателей, находившихся на промысловых судах в Охотском море, проанализирован ход промысла донных рыб в СОМ в январе-августе 2021-2022 гг., в сравнении с рассмотренными ранее данными за аналогичный период 2020 г. (Елатинцева и др., 2020).

На протяжении 2020-2022 гг. количество судов на промысле донных рыб в СОМ в январе-августе снижалось: в 2020 г. работало 33 ед., в 2021 г. – 25, в 2022 г. – 22.

Флот работал в традиционных местах: на северных склонах котловины Дерюгина и северо-западном склоне впадины ТИНРО, а также в желобе Лебеда.

Соотношение в вылове по месяцам различных объектов было неравномерным: в январе 2020 г. промысел донных рыб в СОМ не велся, в январе 2021 г. ловили только черный палтус, с приловом белокорого палтуса, в январе 2022 г. основу вылова составляла треска, прилов – скаты.

В феврале 2021 г. был вылов только скатов, в 2020 и 2022 гг. происходил уже многовидовой промысел: преобладала треска (66,4% в 2020 г. и 46,1% в 2022 г.), скаты были на втором месте в 2020 г. (16,8%), и на третьем месте в 2022 г. (24,3%), затем – черный палтус (16,6% в 2020 г. и 6,5% в 2022 г.), в 2022 г. на второе место вышли макрурусы (25,5%). В прилове был белокорый палтус.

В марте 2020-2021 гг. доминировал черный палтус (52,5% и 49,8%, соответственно), в 2022 г. он занимал третье место (20,5%), на первом месте были скаты (33,3%), на втором – макрурусы (31,3%). В 2020 г. трески в уловах не было. В 2021 г. ее доля в уловах составляла 19,8%, в 2022 г. – 14,5%. В прилове – белокорый палтус и длинноперый шипошек.

В апреле черный палтус преобладал только в 2020 г. (46,2%), в 2021 г. этот объект занимал второе место (36,1%), в 2022 г. – третье место (21,5%). На втором месте в 2020 г. были скаты (32,3%), в 2020-2021 гг. они занимали в вылове первое место (50,2% и 43,2%,

соответственно). В 2020-2021 гг. макрурусы занимали третье место (19,7% и 13,1%, соответственно), в 2022 г. они были на втором месте (34,5%). Треска, белокорый палтус, длинноперый шипошек были в прилове.

В мае 2020 и 2021 гг. черный палтус занимал первое место по вылову (57,8% и 45,6%, соответственно), в 2022 г. этот объект занимал второе место (38,8%). На втором месте в 2020 г. были макрурусы (25,7%), в 2021 и 2022 гг. они занимали третье место (24,3% и 19,5%, соответственно). Скаты были на третьем месте в 2020 г. (15,4%), в 2021 г. – на втором месте (29,3%), в 2022 г. – на первом месте (39,1%). Треска занимала четвертое место (0,4%, 0,6% и 1,3%, соответственно). В прилове были такие виды, как белокорый палтус, длинноперый шипошек, навага (при промысле трески).

В июне 2020-2022 гг. в уловах преобладал черный палтус (60,5%, 50% и 33,2%, соответственно). В 2020-2021 гг. на втором месте были скаты (17,9% и 31,3%), в 2022 г. они занимали третье место (20,4%). Макрурусы в 2020-2021 гг. были на третьем месте (17,6% и 11,7%), в 2022 г. – на втором (32,4%). Треска занимала четвертое место (3,4%, 6,5% и 13,3%, соответственно). В прилове отмечены такие виды, как белокорый палтус, длинноперый шипошек, в 2021 г. дополнительно – навага (при лове трески), в 2022 г. – угольная рыба.

В июле черный палтус занимал первое место по вылову в 2021 г. (53,8%) и второе место в 2020 г. (40%), и 2022 г. (27%). Макрурусы преобладали в 2020 г. (51,9%) и были на втором месте в 2021-2022 гг. (40,1% и 55,8%, соответственно). Скаты были на третьем месте (5,5%, 5% и 7,9%, соответственно). Треска занимала четвертое место (2,2%, 0,8% и 8,9%, соответственно). В прилове – белокорый палтус, длинноперый шипошек, кроме того, в 2021 г. – навага и камбала (при промысле трески), в 2022 г. – стрелозубый палтус.

В августе черный палтус занимал второе место по вылову (26,8%, 32,3% и 41,2%, соответственно). Первое место занимали макрурусы (69,1%, 59,8% и 46,7%, соответственно). Скаты были на третьем месте (3,8%, 2,6% и 8,2%, соответственно). Треска занимала четвертое место (0,2%, 4,9% и 3,5%, соответственно). Как и в июле, в прилове – белокорый палтус, длинноперый шипошек, в 2021 г. – также навага и камбала (основной объект лова – треска), в 2022 г. – стрелозубый палтус.

Месячный вылов всех донных рыб колебался в 2020 г. от 74 до 1544 т, в 2021 г. – от 1 до 911 т, в 2022 г. – от 94 до 1191 т. Основной промысловый пресс приходился на апрель-август. На протяжении 3-х лет доля черного палтуса от общего улова снизилась с 43,2% в 2020 г. до 27,4% – в 2022 г., в то же время увеличилась доля скатов (с 15% в 2020 г. до 24,5% – в 2022 г.). В целом за 2020-2022 гг., на долю черного палтуса приходилось 38,4% от общего вылова, на втором месте были макрурусы (36%), на третьем – скаты (20,1%).

В уловах также встречались белокорый палтус, треска, шипошек. На их долю в общей сложности приходилось 5,5% от вылова. По состоянию на 31 августа общий вылов донных рыб составил в 2020 г. – 6367 т, в 2021 г. – 4069 т, в 2022 г. – 4663 т.

В феврале-августе 2020 г. только 7 судов из 33 вели моновидовой промысел (21,2%), остальные добывали от 2 до 7 объектов. Значительная часть судов вела двухвидовой промысел (8 ед., 24,2%), а доля судов, ведущих промысел 3 и более объектов, составляла 54,6% (18 ед.).

В январе-августе 2021 г. из 25 судов 6 вели моновидовой промысел (24%), 4 судна – двухвидовой промысел (16%), трехвидовой промысел проводили 8 судов (32%), а доля судов, ведущих лов 4 и более объектов, составляла 28% (7 судов).

В аналогичный период 2022 г. из 22 судов 4 вели моновидовой промысел (18,2%), 2 судна – двухвидовой промысел (9,1%). Значительная часть судов вела 3-х и 4-х видовой промысел (12 судов, 54,5%), а доля судов, ведущих лов 5 и более объектов, составляла 18,2% (4 судна).

Таким образом, очевидно, что в Северо-Охотморской промысловой подзоне Охотского моря доля моновидового лова уменьшается и имеются предпосылки для расширения многовидового промысла донных рыб.

Кроме того, известно, что ликоды (в основном ликод Солдатова (*Lycodes soldatovi*)), часто вылавливаются как прилов при ярусном промысле черного палтуса и трески, но при

этом выбрасываются (по проанализированным данным, в ССД в январе-августе 2020-2022 гг. они не указаны), хотя из них можно выпускать продукцию (Бадаев, 2018).

Учитывая многовидовой состав уловов в ходе промысла донных рыб в СОМ в последние годы, считаем, что при промысле палтусов, макрурусов необходимо выделять квоты и на вылов таких объектов, как скаты, длинноперый шипоцек, ликоды, а при промысле трески – также на навагу и камбалу.

Из всех перечисленных видов возможен выпуск рыбопродукции (Семенов, Смирнов, 2011; Смирнов, Семенов, 2012).

Список литературы

Бадаев О.З. 2018. Приловы и выбросы на ярусном промысле рыб дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Вопросы рыболовства 19(1): 58-72.

Елатинцева Ю.А., Семенов Ю.К., Смирнов А.А. 2020. Особенности промысла донных рыб в январе-августе 2020 г. в Северо-Охотморской подзоне Охотского моря // VIII научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса» С. 50-53.

Прикоки О.В. 2015. Промысел, биология и перспективы промыслового использования массовых видов скатов в северной части Охотского моря // Рыбное хозяйство 4: 75-80.

Семенов Ю.К., Смирнов А.А. 2011. Перспективы развития двухвидового промысла черного палтуса и скатов в Охотское море // Рыбное хозяйство 2: 69-71.

Семенов Ю.К., Смирнов А.А., Елатинцева Ю.А., Ткаченко А.А. 2020. Особенности промысла донных рыб в 2019 г. в северной части Охотского моря // Рыбное хозяйство 2: 43-50.

Смирнов А.А., Семенов Ю.К. 2012. Перспективы развития многовидового промысла донных рыб в Охотском море // Материалы Всероссийской научной конференции «Устойчивое использование биологических ресурсов морей России: проблемы и перспективы». С. 36-37.

Тупоногов В.И., Новиков Н.П. 2016. Макрурусы – важный резерв глубоководного промысла в дальневосточных морях // Рыбное хозяйство 6: 54-60.

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 годового улова, состояние и перспективы освоения запасов донных рыб в Северо-Охотморском промысловом районе и зал. Шелихова Охотского моря // Материалы докл. II междунар. научно-технич. конф.: Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана. Владивосток. Дальрыбвтуз. Ч. 1. С. 369-374.

Состояние любительского рыболовства на участке Горьковского водохранилища в границах Нижегородской области

Р.К. Катаев

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

Аннотация. В работе представлены материалы по оценке современного состояния любительского рыболовства на участке Горьковского водохранилища в границах Нижегородской области за период 2018-2022 гг. Рассматривается сезонная динамика посещения водного объекта, используемые орудия лова, объемы и структура уловов рыболовов-любителей.

Ключевые слова. Любительское рыболовство, Горьковское водохранилище, вылов, водные биологические ресурсы.

Горьковское водохранилище является одним из основных водных объектов Нижегородской области и располагается в районе с высокой плотностью населения. К самым доступным и массовым видам отдыха на воде для жителей региона относится любительское рыболовство, что, в свою очередь, является важным фактором антропогенного воздействия, влияющим на запасы водных биоресурсов. Лицензионное спортивно-любительское рыболовство в Нижегородской области на настоящий момент отсутствует, однако число «неорганизованных» рыболовов-любителей велико и возникает необходимость в их учете и оценке объемов вылова.

Материалы о количестве рыболовов-любителей и их уловах на Горьковском водохранилище в границах Нижегородской области были получены в ходе наблюдений, проводимых в различные сезоны года за период 2018-2022 гг. Общий объем собранного анкетного материала составил 1661 шт., количество промеренных особей различных видов рыб – 12,8 тыс. экз.

Учет посещаемости водного объекта производился визуальным методом оценки количества рыболовов будние и выходные дни (Методические указания ..., 1979). Общее количество посещений водоема определялось, исходя из среднего числа рыболовов в отдельные дни и общего количества будних и выходных дней в месяце. Параллельно выполнялся сбор данных о применяемых орудиях рыболовства и характеристиках уловов путем анкетного опроса. Оценка объемов вылова водных биологических ресурсов рыболовами-любителями выполнялась согласно Методическим указаниям (Методические указания ..., 1979), с учетом интегрального коэффициента встречаемости и улавливаемости (Вандышева и др., 2015), который определялся как:

$$K_v = \sum p_i * p_j,$$

где K_v – коэффициент, учитывающий улавливаемость отдельного вида рыб различными орудиями лова; p_i – доля отдельного орудия лова в общем количестве орудий; p_j – встречаемость отдельного вида рыб в уловах конкретным орудием.

Анализ анкетных данных показал, что в период ловли со льда на Горьковском водохранилище 51,3% рыболовов-любителей предпочитает лов на мормышку (Таблица). Кроме того распространены способы, направленные на добычу хищных видов рыб, в первую очередь лов с подсадкой мертвой рыбы (на «тюльку») и ловля на отвесную блесну. В период лова по «открытой воде» наиболее распространенным орудием рыболовства является спиннинг (53,7%). Также значительное число любителей использует поплавочные удочки

(36,0%), а в период весеннего нерестового запрета спиннинговой ловли их доля достигает 81,1%. Осенью начинают применяться типичные «зимние» способы лова с лодки – лов на мормышку, отвесное блеснение с насадкой и без.

В летне-осенний, внезапретный, период лов в большей степени ведется с лодок (67%), зачастую оснащенных мотором (порядка 80% наблюдаемых случаев).

Таблица. Используемые орудия лова рыболовами-любителями на Горьковском водохранилище в границах Нижегородской области в 2018-2022 гг., %

Вид лова	Подледный лов	Вид лова	Лов по «открытой воде»
Отвесное блеснение	23,6	Донная	7,4
Жерлицы	1,3	Квок	0,6
Мормышка	51,3	Отвесное блеснение, мормышка	2,3
На «тюльку»	23,9	Поплавочная	36,0
		Спиннинг	53,7

Количество рыболовов, посетивших Горьковское водохранилище в границах Нижегородской области, нестабильно и различается как по дням недели, так и по сезонам года. Общей тенденцией можно считать повышение числа рыболовов-любителей в выходные дни – так их количество, превышало численность в будние в среднем в 1,6 раза (353 и 217 человек соответственно). В динамике посещаемости отмечается несколько пиков – в периоды начала (декабрь) и окончания (март) подледного периода лова (Рисунок 1). В период лова по «открытой воде» количество рыболовов достаточно стабильно с мая по август, однако снижается с ухудшением погодных условий осенью. В целом, количество посещений в период «открытой воды» (49,6 тыс. чел.) несколько больше периода лова со льда (44,0 тыс. чел.), в то же время в зимний период увеличивалась продолжительность лова с 5,9 до 7,0 часов. Таким образом, по результатам исследований ежегодно Горьковское водохранилище в границах Нижегородской области посещает порядка 93,6 тыс. человек при средней продолжительности лова 6,3 часа.

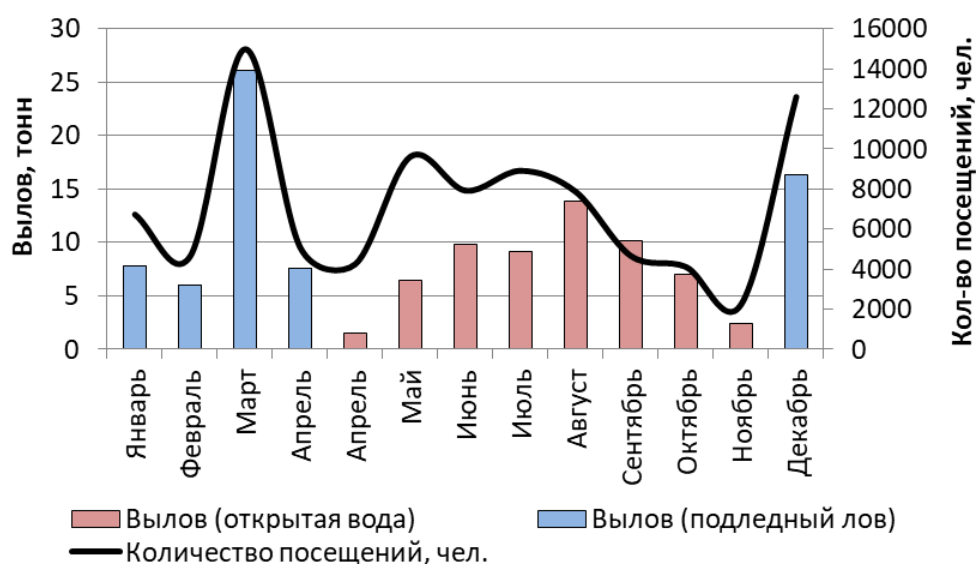


Рисунок 1. Динамика уловов рыболовов-любителей на Горьковском водохранилище

Динамика вылова биоресурсов во многом зависит от частоты посещений водного объекта (см. Рисунок 1). Так в «подледный» период коэффициент корреляции между объемом вылова и учтенным количеством рыболовов составляет 0,96. Однако, в период лова по «открытой воде» данная зависимость не выражена – 0,57.

Размерный состав отдельных особей в уловах зачастую не соответствует установленным допустимым величинам (Приказ ..., 2014). Всего за период наблюдений отмечалось порядка 37% особей леща, 19% особей судака и 40% особей сома менее установленных размеров. При этом в зимний период доля рыб, не достигших необходимой длины, выше, достигая 51% для леща. Стоит отметить, что отдельными рыбаками производится возвращение в водную среду особей непромысловых размеров.

В составе любительских уловов в течение года фигурирует до 16 видов рыб, наибольшую долю среди которых занимают окунь *Perca fluviatilis* L. (28,9%), плотва *Rutilus rutilus* L. (26,4%), судак *Sander lucioperca* L. (12,6%), берш *Sander volgensis* Gmelin (8,9%) щука *Esox lucius* L. (7,6%).

В целом, в структуре уловов рыбаков-любителей прослеживается сезонность (Рисунок 2). Так, если объемы добычи окуня *Perca fluviatilis* L. приблизительно стабильны вне зависимости от условий, то для плотвы *Rutilus rutilus* L., судака *Sander lucioperca* L. и берша *Sander volgensis* Gmelin отмечается повышение показателя в зимний период.

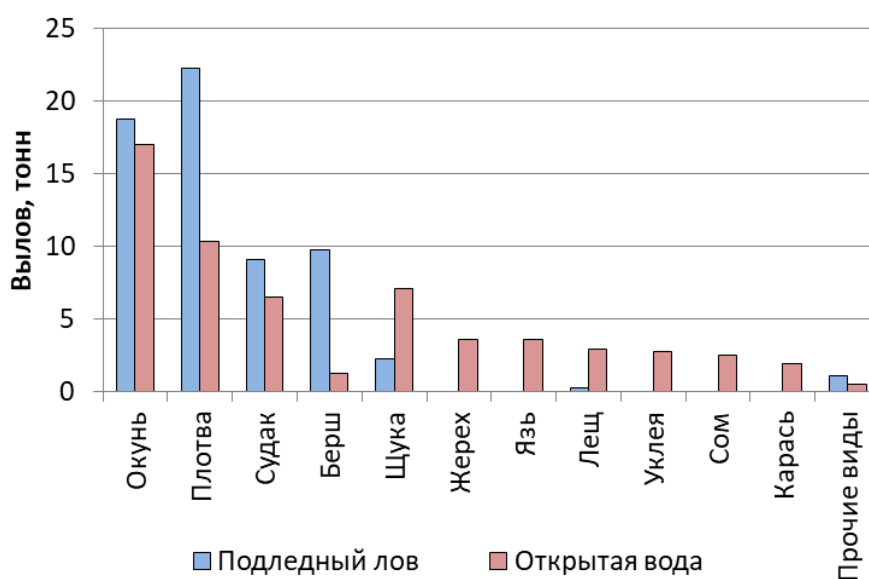


Рисунок 2. Структура уловов рыбаков-любителей на Горьковском водохранилище

В период лова по «открытой воде» увеличиваются как количественные показатели вылова щуки *Esox lucius* L. и леща *Abramis brama* L., так и видовое разнообразие – с 9 в «подледный» период до 15 видов (с 2,2 до 3,1 по индексу Шеннона соответственно). Только в летний сезон зафиксированы жерех *Aspius aspius* L., язь *Leuciscus idus* L., уклея *Alburnus alburnus* L., сом *Silurus glanis* L., карась серебряный *Carassius gibelio* Bloch, сазан *Cyprinus carpio* L. и красноперка *Scardinius erythrophthalmus* L. Кроме того, среди группы «прочие» отмечены такие виды как ерш *Gymnocephalus cernuus* L., густера *Blicca bjoerkna* L. и, встреченный только в зимний период, налим *Lota lota* L.

По результатам проведенных расчетов общий годовой вылов водных биоресурсов рыбаками-любителями на Горьковском водохранилище в границах Нижегородской области составляет 123,83 т, из них в период «подледного» лова – 63,63 т, «открытой воды» – 60,20 т.

Список литературы

Вандышева В.В., Минин А.Е., Катаев Р.К. 2015. Состояние любительского рыболовства на Чебоксарском и Горьковском водохранилищах. Сборник научных трудов: Эколого-биологические особенности Чебоксарского водохранилища. С.-Петербург: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 6-20.

Методические указания по изучению влияния любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоемов. 1979. Л.: ГосНИОРХ, 20 с.

Приказ Минсельхоза России от 18.11.2014 №453 "Об утверждении правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна" (Зарегистрировано в Минюсте России 08.12.2014 №35097)

Гаплотипический состав выборки ряпушки *Coregonus albula* L. из водных объектов Северо-Западного региона России

М.Н. Киселева, Д.К. Митрюшкина, К.В. Вульф

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

Аннотация. Представлены результаты сравнительной оценки изменчивости участка ND1/ND2 мтДНК в выборках ряпушки из трех водных объектов Северо-Западного региона России, относящихся к балтийскому и волжско-каспийскому бассейнам. Выявлены особенности распределения гаплотипов ряпушки из водных объектов, принадлежащих к разным бассейнам. Обнаружено 5 гаплотипов ряпушки. Установлено преобладание одного из гаплотипов в обоих водных системах. Предполагается, что общий гаплотип в выборках ряпушки устья р. Нева и Ладожского озера является характерным для ряпушки балтийского бассейна. Косвенно об этом свидетельствует его отсутствие в выборке Ковжского озера, относящегося к волжско-каспийскому бассейну. При этом, два гаплотипа обнаружены только в Ковжском озере.

Ключевые слова: ряпушка, полимеразная цепная реакция, внутривидовой полиморфизм

Поиск решения вопросов генетической дифференциации в молодых, близкородственных группах, к которым относятся виды рода *Coregonus*, связаны с аллелизмным анализом их популяционно-генетической структуры (Перельгин, 1988; Сендек, 2021) и исследованием их генома, прежде всего, митохондриальной ДНК (Politov *et al.*, 2000; Kohlmann *et al.*, 2005; Боровикова, 2009).

Целью работы является сравнение гаплотипического состава в выборках европейской ряпушки *Coregonus albula* L. из трех водных объектов на основе данных по изменчивости участка ND1-ND2 мтДНК.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили выборки европейской ряпушки из устья р. Невы (n=27), оз. Ладожского (n=23), оз. Ковжского (n=25). Методы камеральной обработки включали:

1. Выделение и очистка тотальной ДНК проведены солевым методом (Aljanabi, Martinez, 1997).

2. ПЦР целевого участка митохондриального генома (ND1/ND2) размером 2295 пар нуклеотидов проводилась с использованием праймеров: ND1/2_IF 5'-GTTCAAACCCTCTCCTTAGC-3', ND1/2_IR 5'-GATAGCACTAAGACCAAGAACCT-3'. 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, 1 мМ каждого dNTP, 0,25 мМ каждого праймера и около 50 нг геномной ДНК. Программа ПЦР: предварительная денатурация при 94 °С (5 мин); 35 циклов, включающих денатурацию цепей при 94 °С (30 сек), отжиг праймеров при 58 °С (30 сек) и элонгацию при 72 °С (2,4 мин); заключительная элонгация при 72 °С (5 мин).

3. Реакция эндонуклеазного гидролиза амплифицированного участка ферментами-рестриктазами: *AluI*, *ApaI*, *Bme18I*, *Kzo9I*, *AvaI*, *BsrI*, *BsaJI*, *HinfI*, *MspI*, *RsaI*, *Sau96I*, *TaqI* (Politov *et al.*, 2000) и электрофоретическое разделение продуктов гидролиза в агарозном геле, их визуализация в проходящем УФ свете.

Результаты. Проведенные нами эксперименты показали следующее. Реакция рестрикции ферментом *Bme18I* выявила 1 варибельный сайт, *HinfI* – 5 и *MspI* – 4

вариабельных сайта в ND1/ND2. По данным полиморфизма длин продуктов рестрикции были составлены комплексные гаплотипы: Calb1, Calb2, Calb3, Calb4, Calb5. На рисунке 1 представлены диаграммы частот гаплотипов в трех выборках европейской ряпушки. Отмечено преобладание Calb1 во всех трех выборках, причем в озерных он обнаружен у 88-90% особей. 37% ряпушки из речной выборки являются носителями гаплотипа Calb2, что представляется значительной долей. В выборке Ладожского озера этот гаплотип обнаружен только у одной особи, в выборке Ковжского озера вовсе отсутствует. Гаплотипы Calb3, Calb4, Calb5 присутствуют только в озерных выборках ряпушки (рис.1), причем Calb4, Calb5 отмечены только в озере Ковжском.

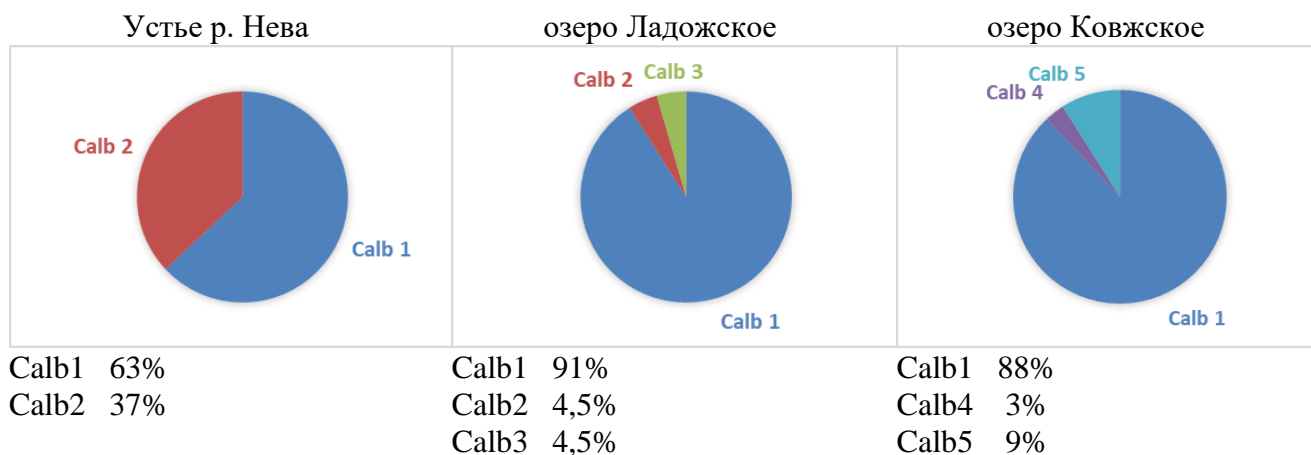


Рисунок 1. Частоты гаплотипов ND1-ND2 в трех выборках европейской ряпушки.

Выводы. По данным полиморфизма участка ND1/ND2 мтДНК в выборках европейской ряпушки трех водных объектов Северо-Западного региона выявлены 5 гаплотипов, частоты которых в данных выборках различны.

Установлено, что гаплотип Calb1 характерен для всех исследованных выборок и является преобладающим в обеих водных системах.

Присутствие общего гаплотипа Calb2 в выборках ряпушки устья р. Нева и Ладожского озера можно считать характерным для ряпушки балтийского бассейна. Косвенно об этом же свидетельствует его отсутствие в выборке Ковжского озера, которое относится к волжско-каспийскому бассейну. При этом, два гаплотипа, Calb4 и Calb5, обнаружены только в Ковжском озере. Картина распределения обнаруженных гаплотипов европейской ряпушки согласуется с выводами Д.С. Сендека (2021) о том, что популяции Белого и Ковжского озер из бассейна Каспийского моря и популяции Финского залива и Ладожского озера формируют разные кластеры.

Полученные данные о дифференциации гаплотипов в трех выборках европейской ряпушки дополняют картину генетического разнообразия этого промыслового вида сиговых рыб в крупных водоемах Северо-Западного региона России.

Благодарим А.А. Новикова, М.Я. Борисова за помощь в сборе ихтиологического материала и Д.С. Сендека за ценные советы при подготовке публикации.

Список литературы

Боровикова Е.А. 2009. Филогеография ряпушек *Coregonus albula* (L.) и *Coregonus sardinella* Valenciennes Европейского Севера России: автореф. дисс. канд. биол. наук. М.

Перельгин А.А. 1988. Популяционно-генетический анализ белков европейской (*Coregonus albula*) и сибирской (*Coregonus sardinella*) ряпушек: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск.

Aljanabi S.M., Martinez I. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Res.* V25. P. 4692-4693.

Kohlmann K., Kempter J., Kersten P., Sadovski J. 2005. Haplotype variability at the mitochondrial ND-1 gene region of *Coregonus lavaretus* from Polish lakes. *Advances in Limnology*.V60. P.47-57.

Politov D.V., Gordon N.Yu., Afanasiev K.I., Altukhov Yu.P., Bickham J.W. 2000. Identification of palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers. *Journal of Fish Biology*.V57 (A). P.51–71.

Sendek D.S. 2021. Phylogenetic relationships in vendace and least cisco, and their distribution areas in western Eurasia. *Ann. Zool. Fennici* V58. P. 289–306.

Состояние запасов и промысла скумбрии в тихоокеанских водах России и Японии в 2020-2021 гг.

И.А. Контарёва¹

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
E-mail: ira.kontareva@yandex.ru

Аннотация: Проведена оценка промысла скумбрии в тихоокеанских водах России и Японии в промежутке 2020–2021 гг. Данные были рассмотрены с учетом особенности межгодового распределения и размерно-возрастной структуры, промысел был осуществлен российскими судами. Общий запас скумбрии вышел в настоящее время из минимального уровня середины 2000-х годов и продолжает сохраняться на высоком уровне. В современный период величина запаса тихоокеанской популяции скумбрии определяется отдельными урожайными поколениями. Сроки подходов скоплений скумбрии на нагул в прикурильские воды зависят от темпов прогрева поверхностных вод. В последние годы массовые подходы скоплений отмечаются с конца мая до последней декады июня. По мере прогрева поверхностных вод скумбрия распространяется на обширной акватории СЗТО в пределах ИЭЗ России и в открытых водах.

Ключевые слова: скумбрия, рыбный промысел, улов, северо-западная часть Тихого океана, ИЭЗ России, ИЭЗ Японии.

Скумбрия – это некрупная пелагическая рыба, распространенная в северо-западной части Тихого океана, в особенности здесь доминирует по численности японская скумбрия (*Scomber japonicus*). Однако, несмотря на широкое распространение, в последние 10 лет отмечается падение численности скумбрии в промысловых уловах. В настоящей работе приведены данные исследований запасов и промысла скумбрии в водах России и Японии в промежутке с 2020 по 2021 гг.

По данным Э. П. Черниенко (Черниенко, 2022), оценки запаса скумбрии в августе-сентябре 2020 г. составили 1,654 млн т. В 2021 г. – 3,420 и 1,160 млн т соответственно. Максимальная биомасса вида за период 2016 – 2021 гг. наблюдалась в 2018 г. – 1,9 млн т. Средняя длина половозрелой скумбрии в 2021 г. во всех районах составила 24,95 см, а её средняя масса – 211 г. В 2021 году в первой половине лета численность и скумбрии в тихоокеанских водах составили 18,67 млрд экз., а биомасса – 1,00 млн т. Из них в российских водах учтено менее 0,01 %. Рыбы длиной 13 – 16 см составили 31,1 %, 25 и более см – 30,5 %. Общая биомасса скумбрии в районе исследований в начале лета 2021 г. оценена величиной в 3,8 раза выше по сравнению с 2020 г. В конце лета-начале осени в Южно-Курильской зоне было учтено 1,07 млн т. скумбрии. Суммарная численность составила 6,37 млрд экз., биомасса – 1,160 млн т.

Что касается промысла (таблица 1), начиная с конца мая 2020 г. промысловые суда под российским флагом начали промысел в пределах экономзоны, сначала в южной части района, в середине июня сместились к островам Малой Курильской гряды и до конца месяца вели промысел в этом районе. Средний вылов на судно в сутки составил 2,3 т. До этого лов велся в открытых водах в мае, где эффективность лова была заметно выше – средний вылов на судно в сутки составлял скумбрии – 8,7 т. В мае-июне 2021 г. российские суда работали на промысле скумбрии в открытых водах, в ИЭЗ России зашли только в конце июня. Эффективность промысла в мае на лове составила 1,7 т. В июне средние показатели лова на

судно в сутки – 18,8 т. В период максимального прогрева поверхностных вод в августе и сентябре 2020 г. и 2021 г. были выполнены учетные съемки. Результаты этих съемок показали, что в этот период скумбрия широко распространена по району учета. Однако в целом можно сказать, что основные скопления скумбрии тяготеют к восточным и мористым районам. Это особенно хорошо прослеживалось в августе-сентябре 2020 г., в начале осени 2021 г. из-за слабого развития второй ветви Ойясио скопления скумбрии распределились в более юго-западных районах, что позволило добывающему флоту ловить эту рыбу у о. Шикотан и Итуруп. Эффективность лова российских судов в этот период на промысле скумбрии в 2020 г. составила в среднем 4,3 т на судно в сутки, в 2021 г. – 12,9 т.

Согласно исследованию распространения и численности скумбрии в районе Курильских островов Е. Н. Кузнецовой (Кузнецова и др., 2021), в августе-сентябре 2021 г. в тихоокеанских и охотоморских водах Курильских островов японская скумбрия была вторым часто встречающимся в уловах видом после дальневосточной сардины. Частота ее встречаемости в пределах СЗТО и в ИЭЗ России составила 80 %. Всего на акватории Южно-Курильской зоны было учтено 1,07 млн т. Суммарная численность японской скумбрии на обследованной акватории СЗТО составила 6,37 млрд экз., биомасса – 1,160 млн т.

Размерный ряд скумбрии был представлен тремя модальными группами: особи с длинами тела от 14 до 20 см (мода – 18 см, возраст 1+), скумбрия длиной от 21 до 26 см (мода – 23 см) (возраст 2+, 3+) и рыбы длиной от 27 см и более (мода – 31 см) (4+ и старше). Средняя длина половозрелой скумбрии во всех районах съемки по данным полных биологических анализов из уловов всех тралений составила 24,95 см, а её средняя масса – 211 г.

Таблица 1. Оценка промысла скумбрии в тихоокеанских водах России и Японии в промежутке 2020–2021 гг.

Год	Период	Улов, т на судосутки
2020	май	8,7
2020	май-июнь	2,3
2020	август-сентябрь	4,3
2021	май	1,7
2021	июнь	18,8
2021	август-сентябрь	12,9
2021	октябрь	24,1
2021	ноябрь	22,7

В новом исследовании (Калашников, 2021) проведена поэтапная календарная оценка улова скумбрии в ИЭЗ Японии. Промысел рыбы российскими флотом был начат в январе 2021 г. по взаимной квоте в рамках межправительственного Российско-Японского Соглашения по рыболовству. В течение двух месяцев было добыто 22,474 тыс. т скумбрии. В мае промысел был продолжен в открытых водах силами трёх судов. Улов на судосутки не превышал 1,7 т. Нарастающий вылов скумбрии на 1 июля составил 23,831 тыс т. В течение июля улов на судосутки лова составил 2,5 т. В августе-сентябре промысловая обстановка продолжала оставаться на низком уровне. К концу сентября обстановка улучшилась, улов на судосутки лова составил 14,2 т. Нарастающий вылов составил 34,201 тыс. т. В течение первой декады октября средний улов на судосутки увеличился до 24,1 т, нарастающий достиг 39,481 тыс. т. К концу октября средний улов на судосутки по экспедиции составил

29,7 т, нарастающий вылов 55,425 тыс. т. В начале ноября средние уловы скумбрии на судосутки снизились до 22,7 т. К концу ноября средний улов на судосутки в водах России снизился до 21,8 т. Нарастающий вылов скумбрии на 30 ноября составил 63,144 т.

Таким образом, увеличение среднего вылова на судосутки в Южно-Курильском районе отмечалось осенью, максимальные показатели приходились на октябрь-ноябрь. При этом в 2021 г. показатели среднего вылова на судно превзошли результаты 2020 г. В целом в зоне Японии и Южнокурильском районе средний вылов скумбрии на судно в сутки в путину 2021 г. составил 31,5 т, в 2020 г. – 19,2 т. Средний вылов на судно (май-ноябрь) в 2021 г. составил 15,4 т, в 2020 г. - 9,8 т. Нарастающий вылов японской скумбрии по итогам путины 2021 г. на 20 декабря составил 71,3 тыс. т.. В 2022 г. на 21 августа нарастающий вылов скумбрии составил 25,480 тыс. т, в 2021 г. – 24,578 тыс. т.

В целом, несмотря на разницу в оценках численности и биомассы скумбрии по результатам различных источников, общий запас скумбрии вышел в настоящее время из минимального уровня середины 2000-х годов и продолжает сохраняться на высоком уровне. В современный период величина запаса тихоокеанской популяции скумбрии определяется отдельными урожайными поколениями. В последние годы массовые подходы скоплений отмечаются с конца мая до последней декады июня. По мере прогрева поверхностных вод сардина и скумбрия распространяется на обширной акватории северо-западной части Тихого океана в пределах ИЭЗ России и в открытых водах.

Список литературы

Калашников Ю.Н. 2021. Оценка состояния запаса и международный промысел скумбрии в в водах Тихого океана // Труды ВНИРО 185: 32-44.

Кузнецова Е.Н. и др. 2021. Распределение и численность дальневосточной сардины *Sardinops sagax* и японской скумбрии *Scomber japonicus* в тихоокеанских водах Курильских островов // Вопросы рыболовства 22 (3): 27-39.

Черниенко Э.П., Черниенко И.С. 2022. Информационное сопровождение промысла японской скумбрии *Scomber japonicus* в тихоокеанских водах российской федерации // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 201 (2): 390-399.

Региональная идентификация молоди горбуши бассейна Охотского моря по RFLP- и SNP- маркерам

А.И. Косицына¹, Д.А. Зеленина², Н.Ю. Шпигальская¹, А.А. Сергеев², В.А. Сошина², У.О. Муравская¹

¹Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: kositsyna.a.i@kamniro.ru

Аннотация. В работе представлены результаты региональной идентификации молоди горбуши охотоморского бассейна по RFLP- и SNP-маркерам.

Ключевые слова: горбуша, региональная идентификация, Охотское море, RFLP-анализ, SNP-маркеры.

Горбуша является одним из основных объектов лососевого промысла Дальнего Востока России. Несмотря на большое количество научных исследований, до сих пор нет единого мнения об особенностях популяционной структуры данного вида. Несомненной является дифференциация поколений четных и нечетных лет воспроизводства. Для охотоморской горбуши подтверждены генетические различия «северного» и «южного» комплекса стад. Ежегодно возникает необходимость определения регионального состава молоди горбуши, которая в ранний период нагула образует смешанные скопления в Охотском море, а ее численность определяется при проведении осенних траловых учетных съемок. Результаты региональной идентификации молоди и процентное соотношение особей из различных районов воспроизводства охотоморского бассейна используются для уточнения прогнозов потенциальной численности нерестовых возвратов производителей в водные объекты Западной Камчатки, материковой части побережья Охотского моря и Сахалино-Курильский регион.

Материалом для RFLP-анализа послужили двадцать три выборки (1194 экз.) из траловых уловов осенней съемки в Охотском море в 2021 г. (Рисунок 1).

В анализ включены выборки из уловов, где результативность тралений (экз./траление) превышала 250 особей. Сбор материала осуществляли сотрудники Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» на двух научно-исследовательских судах: НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО».

Референсная база данных для RFLP-анализа создана в лаборатории молекулярной генетики Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и включает 34 выборки (2335 экз.) из нерестовых водоемов горбуши Западной Камчатки, материковой части побережья Охотского моря (МПОМ), о. Сахалин, о. Итуруп, р. Амур и Приморья (Shpigalskaya et al., 2016). В качестве популяционно-генетических маркеров использовали комбинированные гаплотипы мтДНК, частоты которых получены на основе анализа полиморфизма длин рестриктивных фрагментов участка *Sytb/D-loop* (RFLP-анализ; эндонуклеазы рестрикции: *DdeI*, *Hin6.I*, *HinfI*, *MspI*, *RsaI*, *Cfr13.I*). Идентификация региональных групп в смешанных уловах молоди выполнены с использованием программы SPAM (Masuda et al., 1991; Pella et al., 1996). Результаты идентификации представлены в Таблице 1.

Анализ образцов горбуши по SNP-маркерам осуществляли с применением наиболее быстрой и эффективной технологии KASP (Конкурентная аллель-специфичная ПЦР) (Аббасов, 2019). Методика генотипирования горбуши с использованием однонуклеотидного полиморфизма на основе KASP-технологии разработана и протестирована сотрудниками лаборатории молекулярной генетики ФГБНУ «ВНИРО». Также, в лаборатории создана референсная база данных, включающая выборки из популяций горбуши чётных лет нереста

(23 выборки – 1079 экз.) из различных регионов воспроизводства бассейна Охотского моря. Из смешанных охотоморских скоплений молоди горбуши проанализировано 16 выборок (835 экз.). Исследованные экземпляры генотипированы по 8-ми SNP-маркерам: *GOR-EV_55959_29*, *GOR-EV_80318_35*, *GOR-EV_71784_42*, *GOR-EV_55106_43*, *GOR-EV_41329_56*, *GOR-EV_41546_51*, *GOR-EV_32728_58*, *GOR-EV_1611_62*. Анализ осуществляли в соответствии со стандартной методикой производителя («LGC Genomics») на оборудовании для проведения ПЦР в реальном времени 7500 PCR Real Time («Applied Biosystems», США). Статистическую оценку выполняли с помощью программного обеспечения GenALEx 6 для MS-Excel (Peakall, Smouse, 2006). Результаты идентификации представлены в Таблице 2.

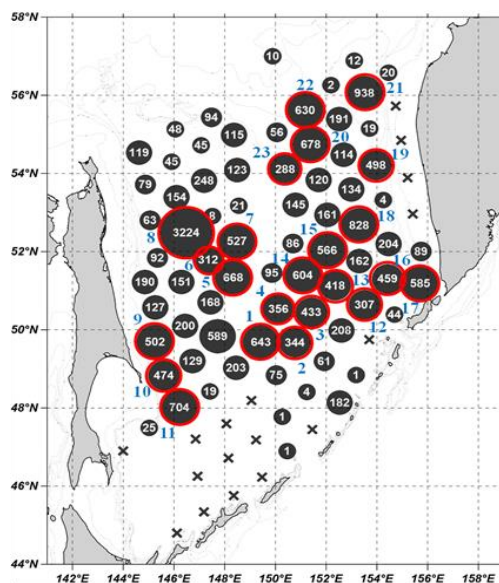


Рисунок 1. Распределение уловов молоди горбуши (экз./траление) в Охотском море по данным осенней траловой съемки, выполненной на НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО» в 2021 г. (красным цветом обозначена локализация сбора включенных в анализ генетических материалов).

Таблица 1. Процентное соотношение молоди горбуши по результатам RFLP-анализа мтДНК (в скобках приведены стандартные ошибки расчетных оценок) в выборках из уловов осенней траловой съемки в 2021 г.

№ тралений	Западная Камчатка и МПОМ*	о. Сахалин и о. Итуруп	басс. р. Амур и ЮчМПОМ**
НИС «ТИНРО»: 1–4	8,0 _(22,10)	67,6 _(15,82)	24,4 _(14,23)
НИС «ТИНРО»: 5–8	18,6 _(17,12)	38,8 _(17,31)	42,6 _(20,01)
НИС «ТИНРО»: 9–11	18,1 _(22,26)	32,4 _(15,09)	49,5 _(23,60)
НИС «Пр. Кагановский»: 12–18	22,9 _(9,44)	68,2 _(11,52)	8,9 _(11,27)
НИС «Пр. Кагановский»: 19–23	71,9 _(14,94)	28,1 _(9,97)	0,0
Все выборки (1194 экз.)	25,5 _(7,11)	44,0 _(7,29)	30,5 _(6,91)

*МПОМ — материковое побережье Охотского моря

**ЮчМПОМ — южная часть материкового побережья Охотского моря

Рассматривая полученные результаты, следует обратить внимание на то, что региональный состав исследованных выборок из уловов съемки 2021 г. свидетельствует о преобладании южного комплекса стад (Рисунок 2), что является нетипичным для поколений четной линии воспроизводства ряда последних лет, когда основу нерестовых подходов составляла горбуша северной части бассейна Охотского моря, а наибольшие уловы данного

вида лососей наблюдались на западном побережье Камчатки. Необходимо отметить, что аналогичные результаты были получены при анализе съемки 2013 г., когда доля горбуши северных стад была низка, а промыслом на Западной Камчатке в 2014 г. было освоено всего 8,3 тыс. т данного вида.

Таким образом, представленные материалы, характеризующие региональный состав молоди горбуши в Охотском море в осенний период 2021 г., предопределили необходимость учета относительно малой доли молоди северного комплекса стад при обосновании объемов прогнозируемого вылова данного вида в регионах охотоморского бассейна в 2022 году.

Таблица 2. Процентное соотношение молоди горбуши по результатам анализа аллельной изменчивости SNP-локусов (в скобках приведены стандартные ошибки расчетных оценок) в выборках из уловов осенней траловой съемки в 2021 г.

№ тралений	Западная Камчатка и МПОМ	о. Сахалин	о. Итуруп	Хабаровский край (в т.ч. р. Амур)
НИС «ТИНРО»: 1, 3, 4	7,7 _(11,50)	6,7 _(18,19)	39,1 _(13,55)	46,6 _(18,21)
НИС «ТИНРО»: 5, 7, 8	3,3 _(7,00)	40,1 _(11,84)	0,0	56,6 _(16,41)
НИС «ТИНРО»: 9, 10, 11	14,0 _(11,26)	12,9 _(20,64)	9,3 _(7,70)	63,8 _(24,06)
НИС «Пр. Кагановский»: 14, 15, 17, 18	18,5 _(9,96)	51,7 _(22,55)	19,6 _(12,57)	10,2 _(20,20)
НИС «Пр. Кагановский»: 20, 21, 22	92,8 _(9,04)	2,2 _(3,51)	0,0	5,0 _(11,37)
Все выборки (835 экз.)	30,1 _(5,77)	26,0 _(10,30)	12,1 _(4,90)	31,8 _(10,99)

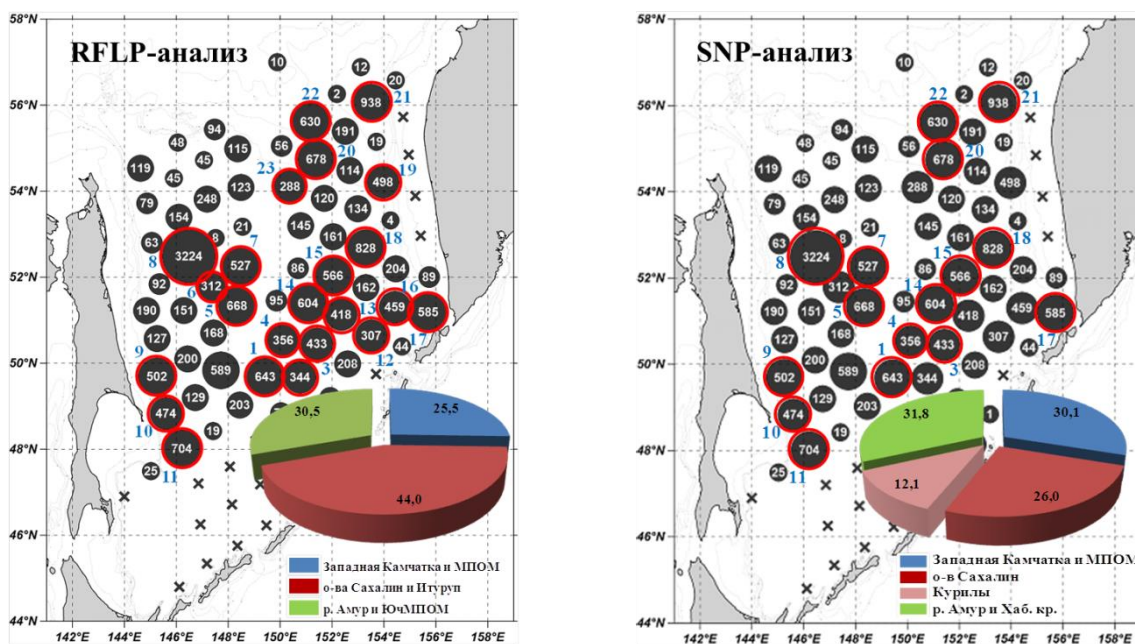


Рисунок 2. Процентное соотношение молоди горбуши различных регионов охотоморского бассейна во всех включенных в анализ выборках из уловов осенних траловых съемок в 2021 г.

Список литературы

- Аббасов М.А. 2019. Генотипирование образцов мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.) Азербайджана на основе KASP технологии. Успехи современного естествознания. № 8. С. 7–12.
- Masuda M., Nelson S., Pella J. 1991. The computer programs for computing conditional maximum likely estimates of stock composition from discrete characters. NOAA Tech. Rep. NMFS №. 244. Auke Bay Laboratory, Juneau, AK. 11 p.
- Peakall R., Smouse P.E. 2006. GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Mol. Ecol. Notes. № 6. P. 288–295.

Pella J., Masuda M., Nelson S. 1996. Search algorithms for computing stock composition of mixture from traits of individuals by maximum likelihood. NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC. № 61. 68 p.

Shpigalskaya N.Yu., Kositsina A.I., Muravskaya U.O., Saravansky O.N. 2016. Genetic identification of juvenile pink salmon improves accuracy of forecasts of spawning runs in the Okhotsk Sea basin. NPAFC Tech. Rep. Bull. 6: 415–420.

Видовое разнообразие и относительная численность сеголеток рыб в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища

А.В. Кузюк, К.В. Майданов

Татарский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ТатарстанНИРО»), г. Казань
E-mail: arinakuzuk@gmail.com

Аннотация. Приведены и проанализированы данные по видовому составу и относительной численности сеголеток рыб в Мешинском заливе Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища в период исследований с 2019 по 2021 гг. Общее число видов в исследуемые годы равнялось 19, среди них доминирующими были уклейка, черноморская пухлощекая игла-рыба, плотва и черноморско-каспийская тюлька. Наибольшее значение индекса видового разнообразия Шеннона отмечено в 2020 году.

Ключевые слова: видовой состав, численность, сеголетки рыб, Куйбышевское водохранилище.

Одним из важных компонентов экосистемы является молодь рыб, учет численности которых позволяет оценить эффективность естественного воспроизводства и спрогнозировать состояние численности их популяции. Для осуществления мероприятий по формированию запасов ценных в промысловом отношении рыб необходимо изучение состава пополнения молоди.

Целью настоящего исследования является оценка видового состава и относительной численности сеголеток рыб в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища.

Среди обитающих в Куйбышевском водохранилище 59 видов рыб преобладают фитофилы, т.е. рыбы, откладывающие икру на растительность, к которым относятся практически все представители семейства карповые и щуковые (Кузнецов, 2005). Мешинский залив является основным местом для размножения ихтиофауны Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища. Залив располагается в северной части этого плеса, имеет воронкообразную форму и характеризуется изобилием мелководных участков и островов, заросших околководной растительностью (Северов и др., 2020).

Материал собирался в ходе комплексного изучения прибрежных мелководных участков Мешинского залива Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища в летний период с 2019 г по 2021 г сотрудниками Татарского филиала ФГБНУ «ВНИРО». Количество станций облова в зависимости от уровня воды варьировало в разные годы от 10 до 15. Отлов молоди рыб производился мальковым бреднем длиной 6 м, с ячеей в крыльях 3 мм, с вшитым в куток газом (№15). Протяженность одного заброда составляла 20,0-65,0 м. Видовая идентификация объектов исследования проводилась по руководству А.Ф. Коблицкой (1981). Расчет численности сеголеток осуществлялся в пересчете на единицу усилия орудия лова. Видовое разнообразие оценивалось с помощью индекса Шеннона.

Видовой состав сеголеток рыб на исследуемых участках представлен 15-19 видами, относящихся к 7 семействам: балиторовые (Balitoridae), бычковые (Gobiidae), игловые (Syngnathidae), карповые (Cyprinidae), окуневые (Percidae), сельдевые (Clupeidae) и щуковые (Esocidae) (Таблица).

Наиболее разнообразно представлено семейство карповые, включающих от 7 до 12 видов, такие как лещ (*Abramis brama* L.), уклейка (*Alburnus alburnus* L.), жерех (*Aspius aspius* L.), густера (*Blicca bjoerkna* L.), серебряный карась (*Carassius auratus* L.), сазан (*Cyprinus carpio* L.), обыкновенный пескарь (*Gobio gobio* L.), язь (*Leuciscus idus* L.), обыкновенный елец (*Leuciscus leuciscus* L.), чехонь (*Pelecus cultratus* L.), плотва (*Rutilus rutilus* L.), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus* L.). Семейство окуневые представлено 4 видами:

(обыкновенный ерш (*Gymnocephalus cernuus* L.), речной окунь (*Perca fluviatilis* L.), обыкновенный судак *Sander lucioperca* L.). Семейство бычковые в уловах включало 3 вида: бычок-цуцик (*Proterorhinus marmoratus* Pall.), бычок-головач (*Ponticola kessleri* Gun.) и бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* Pall.). По 1 виду представлены семейства балиторевые – усатый голец (*Barbatula barbatula* L.), игловые – черноморская пухлощекая игла-рыба (*Syngnathus nigrolineatus* Eichwald), сельдевые – черноморско-каспийская тюлька (*Clupeonella cultriventris* Nordmann) и щуковые – обыкновенная щука (*Esox lucius* L.).

Общая урожайность сеголеток рыб в исследованные годы была наибольшей в 2020 г, который также отличался более высоким показателем видового разнообразия, судя по значению индекса Шеннона, и характеризовался, как и 2019 г, большим числом видов в уловах (Таблица).

Таблица. Видовой состав и относительная численность сеголеток рыб в летний период 2019-2021 гг в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища

Видовой состав	2019		2020		2021	
	%	экз./усилие	%	экз./усилие	%	экз./усилие
Язь	0,5	0,3	-	-	-	-
Обыкновенный пескарь	0,5	0,3	0,4	0,3	-	-
Жерех	7,9	5	0,3	0,2	0,1	0,1
Серебряный карась	2,2	1,4	10,3	7,8	0,9	0,7
Сазан	0,3	0,2	0,1	0,1	-	-
Плотва	3,4	2,1	7,7	5,8	21,5	16,5
Уклейка	39,2	24,6	24,9	18,8	29,3	22,4
Лещ	11,5	7,2	5,8	4,4	11,5	8,8
Густера	3,7	2,3	6,2	4,7	2,8	2,2
Красноперка	0,3	0,2	0,2	0,2	0,7	0,5
Обыкновенный елец	1,1	0,7	-	-	-	-
Чехонь	0,2	0,1	-	-	-	-
Обыкновенный ерш	1,1	0,7	0,2	0,2	0,1	0,1
Речной окунь	1,8	1,1	0,2	0,2	2,6	1,9
Обыкновенный судак	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3
Берш	-	-	0,1	0,1	-	-
Обыкновенная щука	-	-	0,4	0,3	0,1	0,1
Черноморско-каспийская тюлька	10,2	6,4	9,2	6,9	21,1	16,1
Усатый голец	0,6	0,4	-	-	-	-
Бычок-цуцик	3,8	2,4	11,1	8,4	0,9	0,7
Бычок-головач	-	-	0,6	0,5	-	-
Бычок-кругляк	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1
Игла-рыба	10,7	6,7	21,7	16,4	7,9	6,0
Количество видов	19		19		15	
Индекс Шеннона	2,66		2,99		2,34	

В летний период 2019 года доминирующим по численности видом в уловах года являлась уклейка (39,2% от общего улова), относительная численность которой составила 24,6 экз./усилие. Кроме того, заметную роль в уловах среди молодежи играют сеголетки леща (11,5%; 7,2 экз./усилие), тюлька (10,2%; 6,4 экз./усилие) и игла-рыба (10,7%; 6,7 экз./усилие).

Наиболее многочисленным видом в период исследований 2020 года были уклейка (24,9%; 18,8 экз./усилие) и игла-рыба (21,7%; 16,4 экз./усилие). Субдоминантное положение отмечено у сеголеток серебряного карася, составляя 10,31% (7,8 экз./усилие), бычка-цуцика (11,1%; 8,4 экз./усилие) и тюльки (9,2%; 6,9%).

Основу уловов 2021 г составили сеголетки уклейки (29,3; 22,4 экз./усилие), тюльки (21,1; 16,1 экз./усилие) и плотвы (21,5; 16,5 экз./усилие). Также высокую численность имели сеголетки леща (11,5%; 8,8 экз./усилие) и иглы-рыбы (7,9%; 6,0 экз./усилие).

В отдельные годы в уловах встречались сеголетки язя (2019 г), обыкновенного ельца (2019 г), чехони (2019 г), берша (2020 г) и бычка-головача (2020 г).

Согласно исследованиям, проведенным в Мешинском заливе в летний период 2012 г, 2014 г и 2017 г в уловах молоди встречено 20 видов рыб. Отмечено, что доминирующим видом 2012 г были сеголетки тюльки, а в 2014 г и в 2017 г – уклейки, при этом общая численность молоди была выше всего в 2017 г при наибольшем значении индекса видового разнообразия Шеннона (1,84 бит/экз.) и низком значении показателя обилия. Различия в численности сеголеток в указанные годы связаны, как указывают авторы, с особенностями режима уровня и температуры воды (Кузнецов и др., 2020).

На основании анализа видовой структуры и относительной численности сеголеток рыб в летний период 2019-2020 гг наблюдается тенденция к возрастанию показателя видового разнообразия. Основную долю в уловах составляла уклейка и черноморская пухлощекая игла-рыба; в отдельные годы – плотва и черноморско-каспийская тюлька. Для 2021 г отмечено сравнительное снижение видового состава и индекса биоразнообразия.

Список литературы

Коблицкая А.Ф. 1981. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищев. пром-сть: 208.

Кузнецов В.А. 2005. Рыбы Волжско-Камского края. Казань: 208.

Кузнецов В.А., Северов, Ю.А., Кузнецов В.В., Шакиров И.Р. 2020. Видовой состав, численность и рост сеголеток рыб в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища в летний период. Вопросы рыболовства 21(2): 181-187.

Северов Ю.А., Тележникова Т.А., Нуретдинов Р.Р., Искандиров П.Ю., Утямышева Ю.С. 2020. Видовой состав и относительная численность молоди рыб в прибрежье Мешинского залива Куйбышевского водохранилища. Сборник научных трудов XXII межрегиональной научно-практической конференции «Естественнонаучные исследования в Симбирском-Ульяновском крае». Ульяновск: изд-во «Корпорация технологий продвижения», 177-183.

Установление нормообразующих показателей уловов судака и леща Куршского и Калининградского (Вислинского) заливов с целью обеспечения рационального производства рыбной продукции

И.О. Морозов, В.А. Галдукевич, М.Л. Винокур, А.В. Андрюхин

Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), г. Калининград
E-mail: shkval@atlantniro.ru

Аннотация. Установлены нормообразующие показатели уловов судака и леща Куршского и Калининградского (Вислинского) заливов в весенне-летний и осенне-зимний период. Проведен сравнительный анализ среднегодовых значений коэффициентов расхода сырья на единицу готовой продукции с ранее установленными значениями. Определено количество второстепенных частей, получаемых в процессе разделки исследуемых объектов.

Ключевые слова: нормообразующие показатели, лещ, судак, рациональное использование сырья, рыбные отходы.

В рамках реализации «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» одной из актуальных задач является повышение глубины переработки водных биологических ресурсов. Переработка уловов водных биологических ресурсов достигается посредством производственной гибкости и организации выпуска дополнительных продуктов с учетом безотходности производства. В связи с этим, разработка норм отходов и потерь, расхода сырья, позволяющих оценить объемы сырья и эффективность их рационального использования, является актуальной.

Объектами исследования являлись лещ (*Abramis brama*) и судак (*Sander lucioperca*) охлажденные, выловленные в Куршском и Калининградском (Вислинском) заливе в весенне-летний и осенне-зимний период. Разделку проводили в соответствии со сборником технологических инструкций (Белогуров А.Н., 1992). Работы проведены в соответствии с требованиями методик по технологическому нормированию, технологических инструкций по обработке рыбы (Белогуров А.Н., 1992; Харенко Е.Н., 2002) и руководством по технологическому нормированию (Руководство..., 2019).

Результаты выражались как значение показателя \pm стандартное отклонение. При статистической обработке применялось правило, согласно которому для любого набора данных, независимо от формы распределения, процент наблюдений, лежащих на расстоянии, не превышающем k стандартных отклонений от математического ожидания, составляет не менее $(1-1/k^2) \cdot 100\%$. Абсолютная погрешность составляет $\pm 4m$ для уровня надежности 0,94.

Результаты. Для исследуемых объектов промысла были установлены показатели технологического нормирования. Выявлено, что нормообразующие показатели леща осенне-зимнего периода промысла, отличаются от установленных в среднегодовых бассейновых нормах.

В частности, средний выход тушки леща спецразделки составил 58,2 %, при этом среднегодовое значение в бассейновых нормах - 55,1 %. При филетировании тушки леща спецразделки выход филе с кожей на 2,8 % превысил установленное значение. Для остальных видов разделки отклонения полученных данных не превышают 2,0 % (таблица 1).

Для леща весенне-летнего периода промысла отмечено превышение нормообразующих показателей от установленных для всех видов разделки. Возможной причиной более высоких нормообразующих показателей является то, что лещ весенне-летнего периода промысла в исследуемых партиях был представлен исключительно посленерестовыми особями. Относительно невысокая вариабельность отмечалась для леща жаброванного, потрошеного с головой, потрошеного с головой жаброванного (таблица 1).

Таблица 1. Выход разделанного леща, % массы рыбы

Вид разделки	Выход осенне-зимний период, %	Выход весенне-летний период, %	Средний выход, %	Выход, установленный в бассейновых нормах, %
Жаброванный	96,0±0,4	96,9±0,4	96,5	95,6
Потрошенный с головой	82,1±5,2	88,1±1,6	85,1	83,5
Потрошенный с головой жаброванный	79,4±5,2	85,7±1,6	82,6	80,6
Пласт с головой жаброванный	78,7±5,2	84,6±2,0	81,7	79,5
Пласт обезглавленный	64,9±4,0	68,3±3,2	66,6	63,0
Тушка спецразделки	58,2±2,8	60,3±3,2	59,3	55,1
Филе с кожей	42,9±3,2	46,3±3,2	44,6	40,1

Результаты исследований по установлению нормообразующих показателей при разделке судака осенне-зимнего периода промысла показали, что выход при всех видах разделки был ниже установленного в бассейновых нормах (таблица 2). При этом наибольшие различия отмечены при разделке судака на филе с кожей, при котором разница составила 6,1 %. Данные отличия можно объяснить сезонными изменениями размерно-массового состава исследуемых объектов промысла. Большая часть уловов судака была представлена самками с достаточно массивными гонадами, соответствующими четвертой стадии зрелости, что способствовало снижению выхода разделанной рыбы.

При разделке судака весенне-летнего периода промысла выявлено, что выход при всех видах разделки был выше установленного в бассейновых нормах (таблица 2). При этом наибольшие различия отмечены для судака потрошеного с головой - 5,9 %. Основной причиной более высоких нормообразующих показателей было то, что как и лещ, судак в исследуемых партиях был представлен посленерестовыми особями. Относительно невысокая вариабельность отмечалась для судака потрошеного с головой.

Таблица 2. Выход от разделки судака, % массы рыбы

Вид разделки	Выход осенне-зимний период, %	Выход весенне-летний период, %	Средний выход, %	Выход, установленный в бассейновых нормах, %
Потрошенный с головой	84,6±1,9	92,4±1,2	88,5	86,5
Потрошенный обезглавленный	61,5±1,5	67,8±2,8	64,7	65,3
Тушка спецразделки	56,1±1,5	59,2±4,8	59,2	59,8
Филе с кожей	45,2±1,5	53,0±2,8	48,6	51,3
Филе без кожи	41,4±4,3	46,7±3,2	44,5	46,3

Среднегодовые значения выхода судака не отличались от установленных нормативных значений более чем на 2,0 %, за исключением разделки на филе с кожей, где отличие от нормативного значения составило 2,7 %.

Как показали полученные в ходе исследования данные, при разделке водных биологических ресурсов, в частности леща и судака, на пищевую продукцию образуется значительное количество второстепенных пищевых частей. Отмечено, что в среднем головы леща составляют 15,1 %, судака 23,8 %. Оставшиеся после филетирования леща кости с незначительными прирезами мяса и плавники с незначительными прирезами мяса, составляют 20,0 %. Для судака количество аналогичных второстепенных частей от филетирования составляет 16,1 %, при производстве филе без кожи. При филетировании также остается кожа с незначительными прирезами мяса, которая составляет 4,1 % от общей массы. Известно, что данное сырье обладает высокой пищевой и биологической ценностью,

что определяет актуальность его использования для получения различных продуктов пищевого и кормового назначения (Сафронова и др., 2002).

Сравнительная оценка полученных коэффициентов расхода сырья с ранее установленными в сборниках единых норм (Единые нормы..., 2004; Единые нормы..., 2012; Единые нормы..., 2017) показала, что расход сырья к 2022 году для большинства видов разделки леща снизился, в то время как в предыдущие годы находился фактически на одном уровне. Потери при разделке судака, напротив, увеличились, за исключением потрошеного (Таблица 3).

Таблица 3. Сравнительные данные расхода сырья на единицу готовой продукции при производстве разделанных леща и судака

Вид рыбы, характеристика сырья	Вид разделки	Коэффициенты расхода сырья на единицу готовой продукции		
		по ранее утверждённым нормам		по результатам проведенных работ
		2004	2012, 2017	
ЛЕЩ сырец	Жаброванный	1,036	1,046	1,036
	Потрошенный с головой	-	1,197	1,175
	Потрошенный с головой жаброванный	1,233	1,240	1,210
	Пласт с головой жаброванный	1,250	1,257	1,223
	Пласт обезглавленный	1,587	1,587	1,501
	Тушка спецразделки	1,692	1,814	1,686
	Филе с кожей	-	2,493	2,242
СУДАК балтийский сырец	Потрошенный с головой	1,156	1,156	1,129
	Потрошенный обезглавленный	1,636	1,531	1,545
	Тушка спецразделки	1,773	1,672	1,689
	Филе с кожей	2,192	1,949	2,057
	Филе без кожи спецразделки	2,457	2,159	2,247

Результаты проведенных испытаний позволили определить нормы отходов и потерь при разделке леща и судака осенне-зимнего и весенне-летнего периода промысла в Куршском и Калининградском (Вислинском) заливе. Полученные нормообразующие показатели после включения в сборник «Единые нормы выхода продуктов переработки водных биологических ресурсов», последующего обобщения и верификации будут способствовать обеспечению рационального использования сырья.

Список литературы

Белогуров А.Н. 1992. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. М.: Колос, 265 с.

Единые нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве охлажденной, мороженой и кормовой продукции из гидробионтов морского промысла прибрежного лова. 2004. М.:Изд-во ВНИРО, 163с.

Единые нормы выхода продуктов переработки водных биологических ресурсов и объектов аквакультуры. 2012. М.: Изд-во ВНИРО, 222 с.

Единые нормы выхода продуктов переработки водных биологических ресурсов. 2017. М.: Изд-во ВНИРО, 274 с.

Руководство по технологическому нормированию выхода продуктов переработки водных биоресурсов и объектов аквакультуры. 2019. М.: Издательство ВНИРО

Сафронова Т.М., Богданов В.Д., Бойцова Т.М., Дацун В.М., Ким И.Н., Ким Э.Н., Слущкая Т.Н. 2002. Технология комплексной переработки гидробионтов. Владивосток: Дальрыбвтуз, 511 с.

Харенко Е.Н. 2002. Методики определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов. М.: ВНИРО, 270 с.

Размерно-весовые показатели промысловых видов камбал (Pleuronectidae) тихоокеанских вод Камчатки

Р.Т. Овчеренко^{1,2}, Ю.К. Курбанов^{1,2}

¹Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский

²Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский

E-mail: madimarova.r.m@kamniro.ru

Аннотация. В работе представлены новые сведения о размерно-весовых показателях 7-ми промысловых видов камбал, обитающих в тихоокеанских водах Камчатки. Установлено, что максимальные значения длины и массы характерны для северной двухлинейной *Lepidopsetta polyxustra* и четырехбугорчатой *Pleuronectes quadrituberculatus*, а минимальные — для хоботной *Myzopsetta proboscidea* и сахалинской *Limanda sakhalinensis*. Показаны связи зависимости массы от длины, которые могут быть использованы для прогностических целей в будущем.

Ключевые слова: Pleuronectidae, северная двухлинейная *Lepidopsetta polyxustra*, четырехбугорчатая *Pleuronectes quadrituberculatus*, хоботная *Myzopsetta proboscidea*, желтоперая *Limanda aspera*, сахалинская *L. sakhalinensis*, узкозубая палтусовидная *Hippoglossoides elassodon*, звездчатая *Platichthys stellatus* камбалы, длина, масса, тихоокеанские воды Камчатки.

Камбаловые (Pleuronectidae), обитающие в дальневосточных морях, имеют важное промысловое значение, в этой связи степень их изученности достаточно высока, но различна для некоторых видов и районов. Данные о размерно-весовых показателях камбал в тихоокеанских водах Камчатки приведены в нескольких работах (Моисеев, 1953; Фадеев, 1987; Орлов и др., 2010; Антонов, 2011; Орлов, Токранов, 2014). Однако они относятся к наиболее массовым видам, в то время как по остальным отсутствуют вовсе. Таким образом, цель настоящего сообщения — представить размерно-весовые показатели камбал указанного района.

В работе использованы материалы, собранные сотрудниками КамчатНИРО в 1955–2021 гг. на научно-исследовательских и промысловых судах, а также береговых предприятиях. В качестве орудий лова были использованы различные модификации донного трала и снюрревода. Массовым промерам и индивидуальным взвешиваниям были подвергнуты особи 7-ми видов камбал, отмеченных в районе исследований. Зависимость «масса-длина» описывали степенной функцией:

$$W = a TL^b,$$

где W — масса, TL — длина, a — константа, b — степенной коэффициент (Винберг, 1971).

По нашим данным, в тихоокеанских водах Камчатки среди Pleuronectidae самыми крупными являются особи северной двухлинейной *Lepidopsetta polyxustra* и четырехбугорчатой *Pleuronectes quadrituberculatus* камбал. Некоторые представители первого вида достигают размеров 62 см и 2400 г (таблица). *P. quadrituberculatus* имеет примерно такой же максимальный показатель длины и составляет 60 см. В то же время, масса данного вида довольно высокая, в уловах встречаются рыбы весом около 3500 г. Заметим, что полученные результаты максимальных размеров этих камбал в районе

исследований существенно отличаются от известных ранее, в том числе узкозубой палтусовидной *Hippoglossoides elassodon* (Моисеев, 1953; Орлов и др., 2010; Антонов, 2011; Орлов, Токранов, 2014).

Таблица. Общие сведения о размерно-весовых показателях камбал в тралово-снюрреводных уловах в тихоокеанских водах Камчатки

Вид	<i>n</i>	<i>M</i>	Min	Max	Большинство рыб	%
Длина, см						
<i>Lepidopsetta polyxustra</i>	228 963	29,7	6,0	62,0	22,0–38,0	90,1
<i>Hippoglossoides elassodon</i>	28 908	29,4	5,0	51,0	18,0–42,0	97,3
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	11 635	33,5	15,0	60,0	22,0–46,0	94,2
<i>Limanda aspera</i>	17 292	28,0	12,0	47,0	20,0–36,0	94,2
<i>Platichthys stellatus</i>	4 190	30,1	19,0	54,0	22,0–42,0	96,2
<i>L. sakhalinensis</i>	2 378	19,6	9,0	34,0	12,0–27,0	95,6
<i>Myzopsetta proboscidea</i>	282	26,4	15,0	38,0	17,0–36,0	97,2
Масса, г						
<i>Lepidopsetta polyxustra</i>	31 498	583,6	10,0	2400,0	100–600	84,6
<i>Hippoglossoides elassodon</i>	2 241	422,6	18,0	1300,0	110–650	85,6
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	986	840,0	85,0	3440,0	240–1200	83,8
<i>Limanda aspera</i>	1 092	464,4	60,0	1635,0	120–500	85,4
<i>Platichthys stellatus</i>	79	285,8	110,0	1766,0	140–310	88,6
<i>L. sakhalinensis</i>	118	110,7	25,0	215,0	30–190	89,0

Примечание: *n* — количество экземпляров; *M* — среднее значение; Min — минимум; Max — максимум; % — доля рыб данного размерного, весового диапазона.

Наиболее мелкими представителями семейства оказались хоботная *Myzopsetta proboscidea* и сахалинская *Limanda sakhalinensis* камбалы, длина которых не превышала 40 см. Весовые показатели второго из перечисленных видов также невысоки — максимальная масса рыб немного превышала 200 г. Сведениями о предельной массе *M. proboscidea* мы не располагаем, однако, по данным Р.Р. Юсупова (2013), она может достигать 523 г.

Несмотря на разные величины максимальных размерно-весовых показателей, в уловах все 7 рассматриваемых видов в большинстве своём представлены среднеразмерными особями, доля которых превышает 80–90%.

По сведениям Р.С. Зотиной и А.И. Зотина (1967), у рыб существует положительная и нелинейная связь между массой и длиной, характеризующая их рост. Ранее было установлено (Моисеев, 1953), что у камбал в целом он одинаков. Однако по нашим данным, размеры особей разных видов сильно различаются, что как раз свидетельствует о существенных различиях в скорости роста. При этом почти у всех исследуемых видов (рисунок А–Г, Е) коэффициент детерминации (R^2) достаточно высок, а степенной коэффициент *b* превышал значение 3,0, что свойственно большинству рыб (Froese, 2006). Исключение составляет звездчатая камбала *Platichthys stellatus*, для которой этот показатель оказался ниже 3,0 (рисунок Д). Объясняется это тем, что расчет сделан на материале из мелких рыб, размеры которых, за редким исключением, не превышают 35 см, так как данными более крупных особей мы не располагаем. Заметим, что в районе исследований представители большинства видов, имеющих одинаковый размер, статистически различны по массе. Данный факт был отмечен (Швецов, 1975; Фадеев, 1986) и в других частях их ареала. Не исключаем, что это является одной из причин различий в росте биомассы каждого из видов камбал.

В тихоокеанских водах Камчатки наибольшими темпами нарастания массы с длиной обладают *L. polyxustra*, *H. elassodon* и *P. quadrituberculatus* (рисунок А–В). Начиная с 40 см, их вес может достигать 1200–1500 г и более. Таким образом, по абсолютным весовым показателям они превосходят другие рассматриваемые виды.

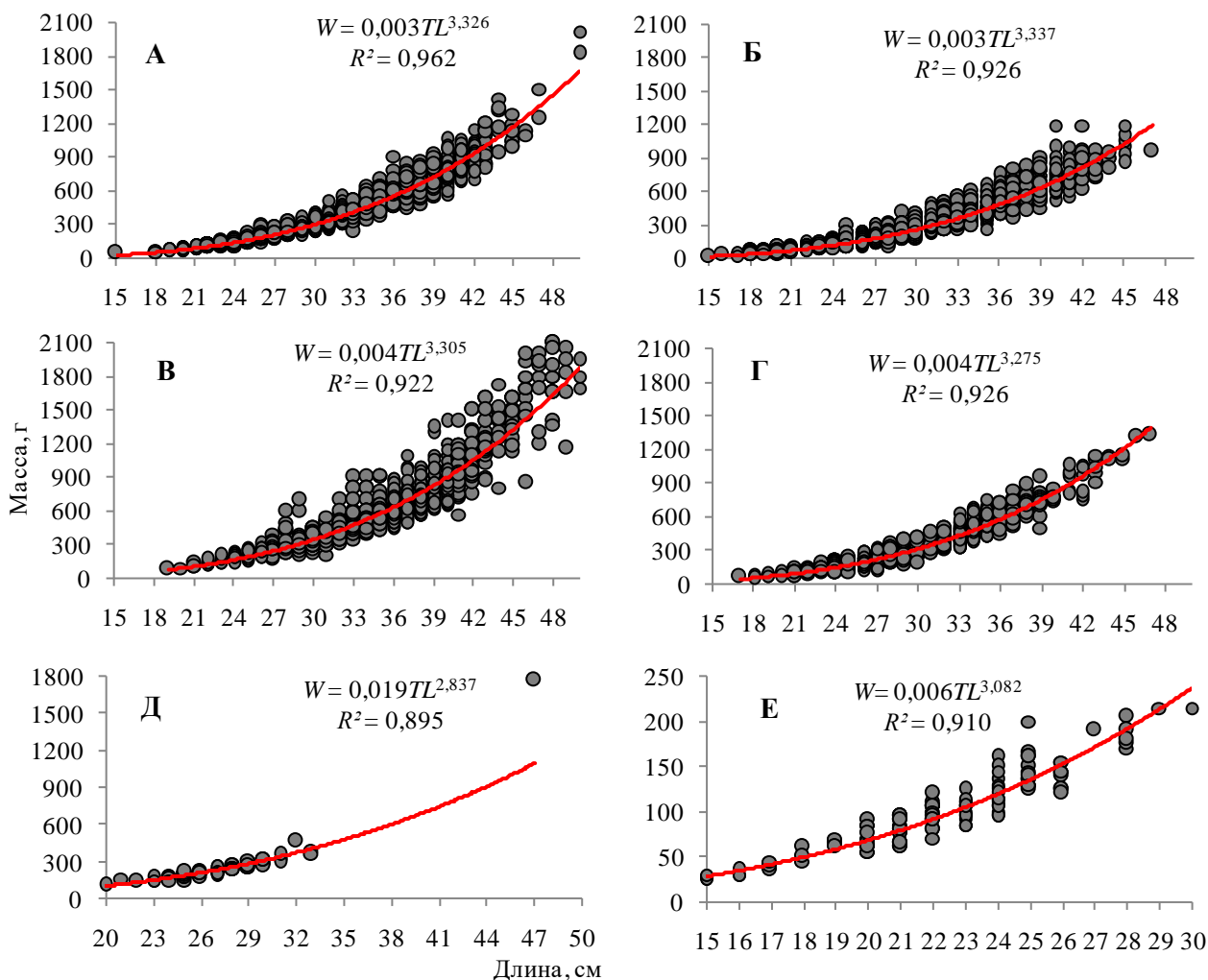


Рисунок. Зависимость между длиной и массой у камбал в тихоокеанских водах Камчатки по данным промысловых уловов и учетных съемок: А — северная двухлинейная ($n = 1694$ экз.), Б — узкозубая палтусовидная ($n = 1466$ экз.), В — четырехбугорчатая ($n = 985$ экз.), Г — желтоперая ($n = 1132$ экз.), Д — звездчатая ($n = 79$ экз.), Е — сахалинская ($n = 118$ экз.)

Список литературы

- Антонов Н.П. 2011. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: изд-во ВНИРО. 244 с.
- Винберг Г.Г. Линейные размеры и масса тела животных. // Журнал общей биологии. 32 (6): 714–723.
- Зотина Р.С., Зотин А.И. 1967. Количественные соотношения между весом, длиной, возрастом, размерами яиц и плодовитостью у животных // Журнал общей биологии 28 (1): 82–92.
- Моисеев П.А. 1953. Треска и камбала дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. 40: 199–288.
- Орлов А.М., Тарасюк С.Н., Токранов А.М. 2010. Узкозубая палтусовидная камбала *Hippoglossoides elassodon* восточного побережья северных Курильских островов и южной Камчатки: особенности распределения, биологии и динамики уловов // Вестн. Северо-Вост. науч. центра ДВО РАН 4: 45–62.
- Орлов А.М., Токранов А.М. 2014. Распределение, некоторые черты биологии и динамика уловов желтоперой, четырехбугорчатой, сахалинской и колючей камбал в тихоокеанских водах Северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Вестник АГТУ. Сер.: рыбное хозяйство 3: 29–51.

Фадеев Н.С. 1986. Палтусы и камбалы. В кн.: Биологические ресурсы Тихого океана. Москва: Наука: 341–364.

Фадеев Н.С. 1987. Северотихоокеанские камбалы (распространение и биология). – М.: Агропромиздат. 175 с.

Швецов Ф.Г. 1975. Основные черты биологии и состояния запасов двухлинейной камбалы охотоморского побережья островов Парамушир и Шумшу: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. ТИНРО. 22 с.

Юсупов Р.Р. 2013. Биологическая характеристика хоботной камбалы *Myxopsetta proboscidea* (Pleuronectidae) северной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: КамчатНИРО 29: 116–124.

Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations // J. Appl. Ichthyol. 22: 1–13.

Возможно ли использование количественных признаков молоди кеты *Oncorhynchus keta* для определения промыслового возврата особей искусственного и естественного происхождения

М.Д. Польшгалова¹, Н.В. Костицына¹, П.Б. Михеев^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» («ПГНИУ»), г. Пермь

²Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), г. Хабаровск
E-mail: lemmingsonhuke69@mail.ru

Аннотация: представлены результаты подсчета миомеров и лучей в спинном и анальном плавниках молоди амурской кеты заводского и естественного происхождения. Предлагается использовать данные счетные признаки в качестве маркеров искусственного происхождения при определении промыслового возврата кеты.

Ключевые слова: кета, заводская молодь, счетные признаки.

На сегодняшний день водные биологические ресурсы - это ресурсы животного происхождения, наиболее массово изымаемые человеком из природы. В связи с нарушением водных экосистем в результате деятельности человека наблюдается депрессивное состояние стад многих рыб. Основной способ поддержания промыслового запаса этих рыб – восполнять ущерб, наносимый деятельностью человека, выпуская заводскую молодь в водоемы, для чего сегодня создаются рыбоводные заводы.

Главным критерием эффективности работы любого рыбзавода является промысловый возврат, поэтому разрабатываются разнообразные методы его определения, при котором происходит мечение заводской молоди на ранних этапах онтогенеза (Запорожец, Запорожец, 2011; Зуев, Зуева, 2015; Попова, Чебанов, 2007). Основными недостатками указанных методов являются трудности индивидуального мечения, а при массовом мечении - вероятность систематической ошибки (Растягаева, 2013).

Амурская осенняя кета — основной объект промысла в бассейне р. Амур, поэтому изучение ее динамики численности и качественных показателей имеет большое теоретическое и практическое значение.

Наше исследование направлено на отработку идентификации заводской молоди амурской осенней кеты по морфологическим признакам. Закладка метамерных признаков у рыб зависит от температурных условий раннего постнатального онтогенеза: чем выше температура, тем быстрее растет и формируется молодь рыб, соответственно, метамерных структур закладывается меньше (Хованский, 1992). Температура выращивания молоди кеты на рыбоводных заводах выше, чем температура в естественном водоеме в осенне-зимний период, следовательно, можно ожидать отличия заводской и естественной молоди кеты по таким признакам, как количество миомеров и лучей в анальном и спинном плавниках.

Материалом для исследования послужила искусственная молодь кеты с Гурского и Удинского лососевых рыбоводных заводов, современная мощность которых составляет около 30 млн. экземпляров молоди кеты в год. Молодь естественного происхождения получена на реке Гур, которая также относится к бассейну реки Амур.

Статистическая обработка данных и визуализация результатов происходила в программе PAST, для определения достоверности различий использовали Т-критерий Стьюдента.

На рисунке представлены итоги обработки результатов подсчета количественных признаков, демонстрирующих достоверные отличия.

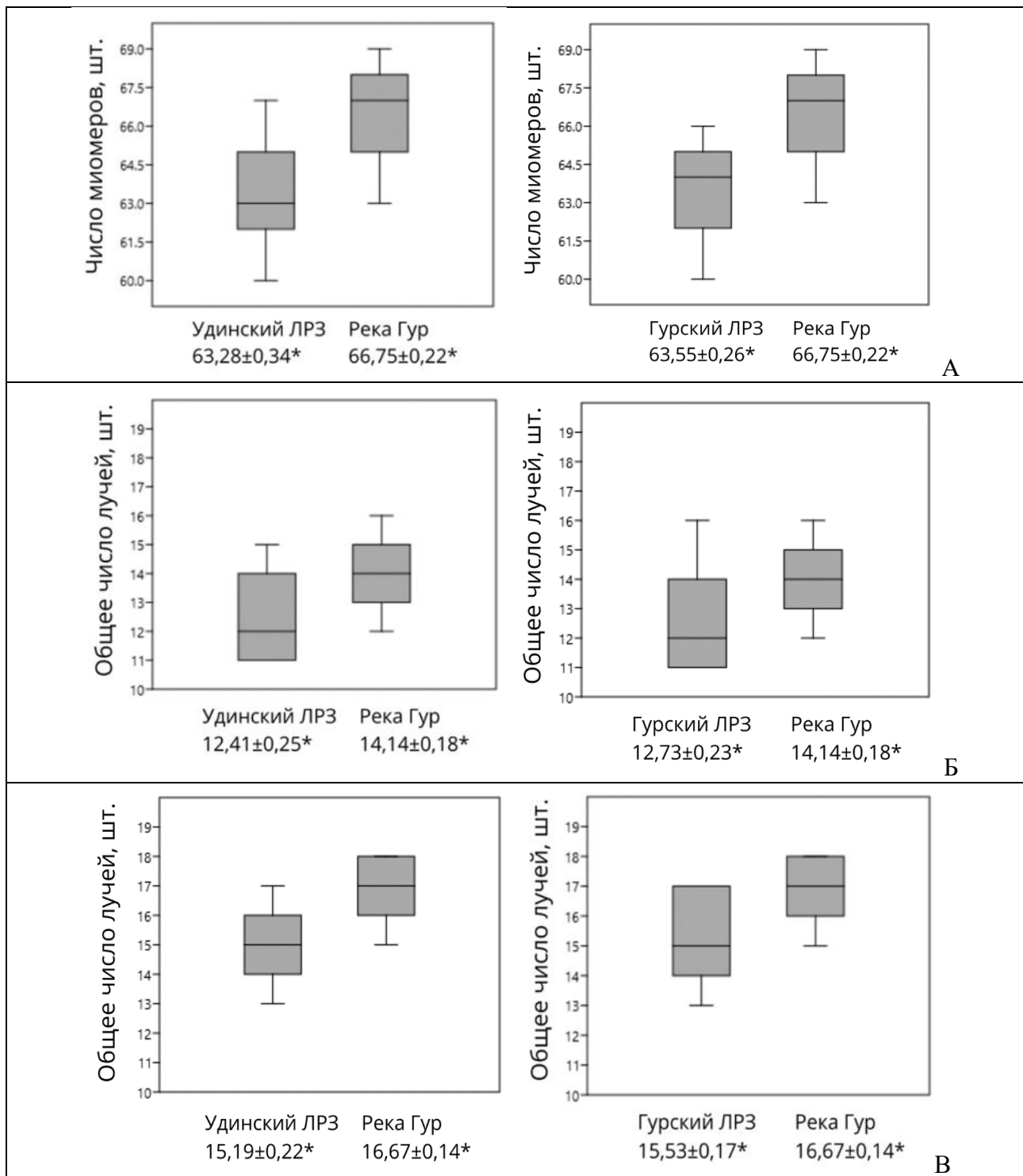


Рисунок. Сравнение счетных признаков молоди кеты искусственного и естественного происхождения: А – по числу миомеров, Б – общему количеству лучей в спинном, В – общему количеству лучей в анальном плавнике (* - среднее значение ± ошибка среднего).

Подсчет количества миомеров, лучей в спинном и анальном плавниках показал следующие отличия: достоверно больше счетных элементов отмечено в рассматриваемых структурах у молоди естественного происхождения по сравнению с искусственно выращенными мальками кеты. У заводской молоди, полученной на обоих лососевых заводах, различия не достоверны.

Таким образом, можно рассматривать общее количество миомеров, лучей в спинном и анальном плавниках в качестве маркеров искусственного происхождения амурской кеты при определении промыслового возврата рыбы, выращенной на рыбоводных заводах.

Выражаем огромную благодарность сотрудникам Хабаровского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за предоставленные материалы.

Список литературы

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2011. Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. М.: изд-во «Камчатпресс», 268 с.

Зуев И.В., Зуева А.В. 2015. Оценка эффективности мечения рыб флуоресцентными красителями на различной полимерной основе. Вестник Томского государственного университета 1 (29): 103-112.

Попова Т.А., Чебанов Н.А. 2007. Динамика миграции покатной молоди тихоокеанских лососей разных форм воспроизводства (западная Камчатка). Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана 9: 164–169.

Растягаева Н.А. 2013. Некоторые результаты идентификации лососей различного происхождения и определения их возрастной структуры разными методами. Вестник КамчатГТУ 23: 72–77.

Хованский И.Е. 1992. Морфофизиологические и функциональные особенности молоди кеты и кижуча, выращенной при повышенной температуре и физической нагрузке. VIII научная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб. М.: изд-во Петрозаводск, 148–149.

Особенности распределения и суточных вертикальных миграций тихоокеанских лососей в приалеутских водах Тихого океана в зимний период 2022 г. по данным гидроакустических измерений

В.И. Поляничко, А.А. Сомов

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
E-mail: vladimir.polyanichko@tinro-center.ru

Аннотация. В работе представлены акустические оценки численности и биомассы тихоокеанских лососей в приалеутских водах Тихого океана в зимний период 2022 г. Были получены пространственные распределения основных видов лососей, рассмотрены их суточные вертикальные миграции.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, нерка, кета, гидроакустика, эхолот, численность, биомасса, пространственное распределение, вертикальные миграции.

Основной задачей исследований являлся учет тихоокеанских лососей, а также выявление особенностей пространственного и вертикального распределения эхоинтеграционным тралово-акустическим методом. Гидроакустические технологии в комплексной съёмке в приалеутских водах СЗТО применялись в период со 2 по 21 марта 2022 г. Акустический галсовый маршрут формировался согласно схеме траловых станций. Регистрация акустических данных производилась круглосуточно в диапазоне глубин 8-750 м. с помощью научно-исследовательского эхолота SIMRAD EK-60 на частотах 38 и 120 кГц.

Для визуализации и постпроцессорной обработки эхограмм использовался программный комплекс, включающий интегрированную базу данных в среде Access и программу многовидовой обработки эхограмм SALTSE (Кузнецов и др., 2021). Обработка данных выполнялась, с учетом акустической «мертвой зоны» антенны эхолота, преимущественно в слое 8-100 м от поверхности. Верхняя граница слоя обусловлена глубиной установки антенн (5 м) и размером «ближней зоны» антенны (порядка 3 м).

Оценки численности и биомассы лососей, полученные с использованием гидроакустических технологий, приведены в таблице 1, а карты пространственного распределения – на рисунке 1. Поскольку, слой от поверхности до 8 м, где, возможно, обитает некоторое количество лососей, не просматривается эхолотом, оценки носят приближенный характер.

Таблица 1. Численность и биомасса тихоокеанских лососей в верхней эпипелагиали приалеутских вод СЗТО в марте 2022 г.

Виды	Численность, млн. экз.			Биомасса, тыс. т.		
	8-30 м	30-100 м	8-100 м	8-30 м	30-100 м	8-100 м
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	2,10	2,61	4,70	0,32	0,50	0,81
<i>Oncorhynchus keta</i> (<30 см)	2,31	131	4,22	0,35	0,28	0,63
<i>Oncorhynchus keta</i> (неполов.)	6,04	4,74	10,79	5,60	4,10	9,70
<i>Oncorhynchus nerka</i> (<30 см)	12,48	21,76	34,24	2,41	4,01	6,42
<i>Oncorhynchus nerka</i> (неполов.)	29,49	9,70	39,19	17,29	6,11	24,11
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	6,18	3,12	9,30	2,63	1,34	3,98
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i> (непол.)	1,17	0,11	1,35	1,43	0,23	1,65

Нерка. В марте 2022 г. в период исследований в приалеутских водах СЗТО из всех тихоокеанских лососей нерка была самым многочисленным видом (70,8 % численности всех

лососей). Нерка была представлена молодь 1-го морского года (нерка <30 см) и особями старшевозрастной молоди (нерка >30 см). По гидроакустическим данным нерка (>30 см) встречалась на всей акватории съемки, образуя скопления различной плотности. Скопления старшевозрастной молоди нерки (>30 см) максимальной плотности (более 0,7 тыс. экз./км²) находились в западной части района исследований (Рисунок 1).

Основные скопления молоди нерки 1-го морского года (<30 см) находились восточнее 168° з.д. Обширное ядро максимальной плотности особей нерки <30 см (более 0,7 тыс. экз./км²) находилось у границы ИЭС США между 165° и 167° з.д. Другой локальный участок относительно высокой плотности скоплений (0,3-0,5 тыс. экз./км²) находился в восточной части акватории. Размерный состав нерки в районе исследований варьировал от 22 до 58 см ($L_{cp} = 33,4$ см) (Рисунок 2). Основу молоди нерки (<30 см) формировали особи размером 25-29 см (42,3% численности и 19,3% биомассы), а старшевозрастной молоди – особи размером 37-44 см, что составило 36% численности и 55,9% биомассы от всей учтенной нерки. Общая оценка всей нерки составила 73,44 млн. экз. и 30,53 тыс. т.

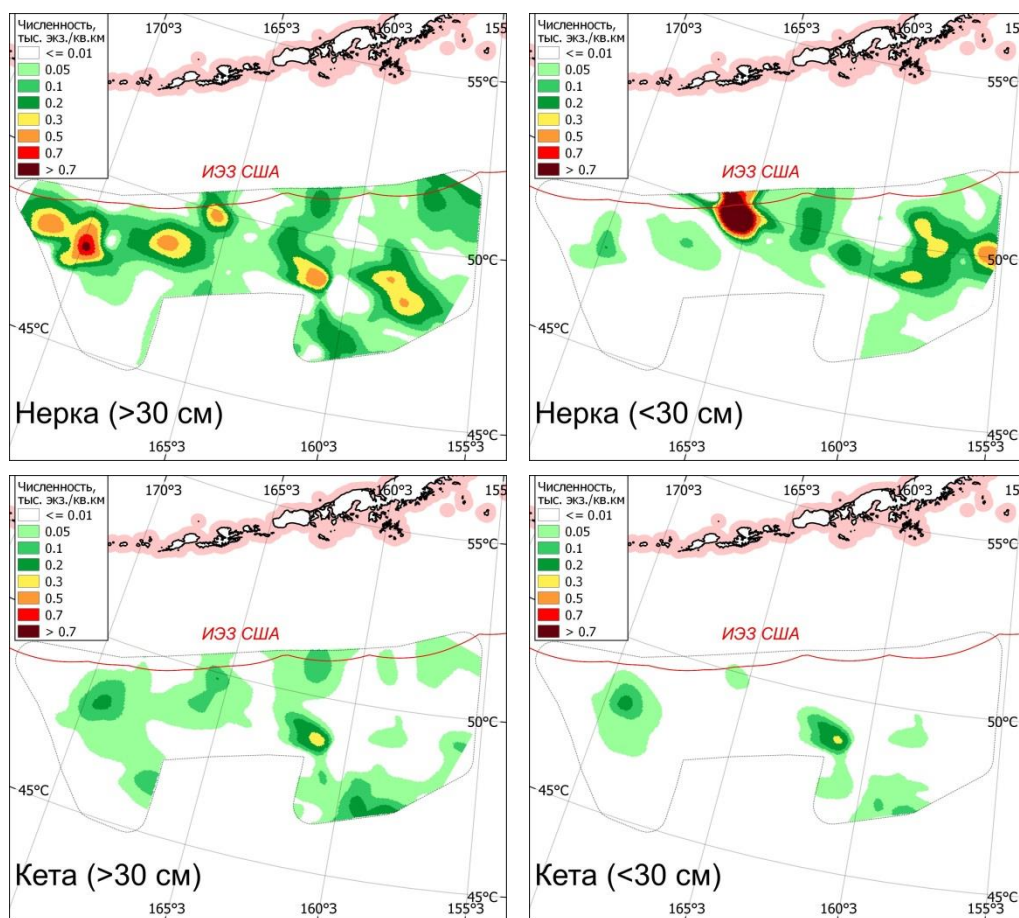


Рисунок 1. Пространственное распределение численности тихоокеанских лососей (тыс. экз./км²) в верхней эпипелагиали (8-100 м) приалеутских вод СЗТО в марте 2022 г.

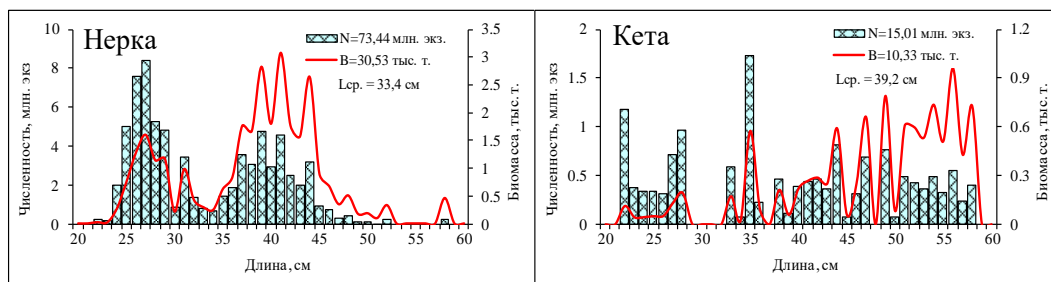


Рисунок 2. Распределение численности и биомассы тихоокеанских лососей по размерному ряду в приалеутских водах СЗТО в марте 2022 г.

Кета. В районе съемки кета занимала второе место по численности (14,5 %) и биомассе (21,8 %) среди лососевых и была представлена, как и нерка, молодь 1-го морского года (кета <30 см) и особями старшевозрастной молоди (кета >30 см). Длина кеты по району работ изменялась в пределах от 22 до 58 см ($L_{cp} = 39,2$ см), причем доля кеты <30 см составила 28,1 % от всей численности кеты (Рисунок 2). Кета (>30 см) встречалась на акватории съемки в основном в виде концентраций малой плотности (менее 0,2 тыс. экз./км²). Высокая плотность (0,2-0,3 тыс. экз./км²) старшевозрастной молоди кеты была отмечена в центральной части района съемки между 161° и 163° з.д. Молодь кеты 1-го морского года (кета <30см) встречалась реже и образовывала локальные участки малой плотности в западной и центральной части района исследований. Ядро с относительно высокой плотностью скоплений находилось в тех же границах, где и кета (>30 см). Оценка численности всей кеты составила 15,01 млн. экз., а биомасса 10,33 тыс. т.

Остальные виды тихоокеанских лососей (горбуша, кижуч и чавыча) на обследованной акватории встречались реже и составили суммарно 14,8 % от численности всех лососевых рыб. Оценки общей численности и биомассы (слой 8-100 м) тихоокеанских лососей в приалеутских водах СЗТО по результатам гидроакустических измерений в марте 2022 г. составили 103,8 млн. экз. и 47,32 тыс. т. При этом в слое от 8 до 30 м было учтено 59,77 млн. экз. и 30,03 тыс. т.

Вертикальные миграции тихоокеанских лососей обычно связывают с суточными перемещениями макропланктона и мелких мезопелагических рыб и кальмаров, являющихся объектами их питания. Однако, в отличие от кормовых организмов, совершающих в течение суток крупномасштабные перемещения по глубине, диапазон вертикальных миграций абсолютного большинства лососей, обычно ограничен пределами верхнего термически квазиоднородного слоя. В летнее время диапазон обитания лососей, как правило, не превышает 50 м, но в зимне-весенний период особи тихоокеанских лососей, за счет увеличения этого слоя, могут опускаться и ниже – на глубину вплоть до 100 м.

Общая картина суточных вертикальных миграций всех тихоокеанских лососей, зафиксированных гидроакустическим методом, показывает следующее. В темное время суток в слое 0-20 м обитало 52 % всех лососей, на глубинах от 20 до 50 м находилось 14,5 % рыб. С наступлением дня большая часть лососей опускалась в нижние слои, и в приповерхностном слое до 20 м оставалось 15,5 % рыб. В горизонте 20-50 м было зафиксировано 72,9 % особей рыб. Средневзвешенная глубина обитания всех лососей изменялась от 10,9 м – ночью до 22,2 м – днем. В тоже время для разных видов лососей характеристики суточных вертикальных миграций различаются в широким диапазоне. Так, например, в марте 2022 г. смещение центров концентраций варьировало от 5,2 м – у нерки, до 17,5 м – у горбуши. Возможно, такие различия могут быть связаны с особенностями биологии видов лососей и их поведением.

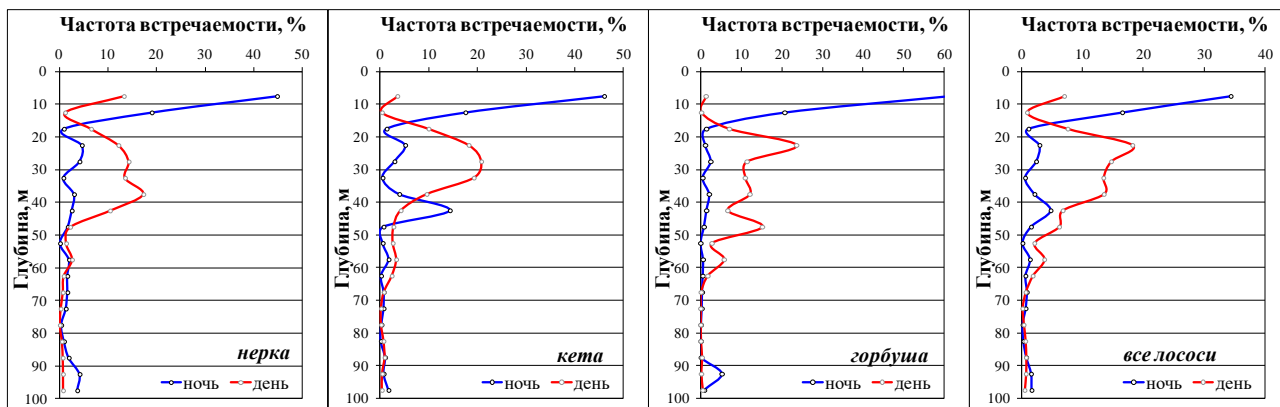


Рисунок 2. Вертикальное распределение тихоокеанских лососей в светлое и темное время суток в приалеутских водах СЗТО в марте 2022 г.

Полученные данные совместно с результатами траловых уловов и фоновых измерений используются для уточнения характеристик горизонтального и суточного вертикального распределения массовых видов тихоокеанских лососей в период их зимовки в приалеутских водах северной части Тихого океана и влияния факторов среды на их распределение и численность.

Список литературы

Кузнецов М.Ю., Убарчук И.А., Поляничко В.И., Сыроваткин Е.В. 2021. Программный комплекс для визуализации, многовидовой обработки и хранения данных гидроакустических ресурсных съёмок // Труды ВНИРО 183: 174-190.

Ихтиофауна Гилевского водохранилища (по материалам исследований 2010-2022 гг.)

Г.А. Романенко^{1,2}, И.Ю. Теряева¹

¹Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул

²ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае», г. Барнаул

E-mail: geo403@yandex.ru

Аннотация. Гилевское водохранилище – крупнейший искусственный водный объект юго-западной равнинной части территории Алтайского края. В настоящее время на акватории Гилевского водохранилища Алтайского края основное промысловое стадо рыб представлено пятью видами – плотвой *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), речным окунем *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, обыкновенной щукой *Esox lucius* Linnaeus, 1758, серебряным карасем *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) и язем *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758). Сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759, линь *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), пестрый толстолобик *Aristichthys nobilis* (Richardson, 1846), пескарь *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758), уклея *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), елец *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758), обыкновенный (речной) голянь *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), сибирский хариус *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776), обыкновенный таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773), налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758), обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) не имеют промыслового значения в водохранилище. Ихтиофауна Гилевского водохранилища находится в стабильном состоянии со времени заполнения ложа водоема и формирования рыбного населения в начале 1980-х гг. Однако в 2021 году по данным контрольных уловов в водохранилище отмечен новый для ихтиофауны вид – случайный нежелательный вселенец с высоким кормовым коэффициентом, существенно снижающий пищевые ресурсы русловых и пойменных водоёмов Верхнеобского бассейна – уклея.

Ключевые слова: ихтиофауна, Гилевское водохранилище, плотва, речной окунь, обыкновенная щука, серебряный карась, уклея.

Гилевское водохранилище сооружено на реке Алей, в начале его среднего течения, и является крупнейшим искусственным водным объектом юго-западной части территории Алтайского края. Плотина с водопропускными сооружениями расположена у с. Гилево на территории Локтевского района, а основная часть водохранилища находится в Третьяковском. Основным назначением водоема является обеспечение стабильного стока р. Алей для обеспечения водоснабжения городов юго-запада края и нужд оросительной системы.

Сбор материалов осуществлялся в полевые сезоны 2021-2022 гг. на Гилевском водохранилище в границе Локтевского и Третьяковского районов Алтайского края. Кроме того, использованы фондовые материалы экспедиционных исследований Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (2010-2022 гг.).

Сбор ихтиологического материала проводили по многолетней сетке станций. Для ихтиологических исследований рыбу отлавливали разноячейными ставными сетями (ячейка 8 – 70 мм). При исследованиях применяли общепринятые в ихтиологии методики (Правдин, 1966; Решетников, Попова, 2015).

Ихтиофауна Гилевского водохранилища включает в себя 16 видов, она формировалась из рыб среднего и верхнего течения р. Алей и видов-интродуцентов (Михайлов, 2015; наши данные).

В зоогеографическом отношении по классификации Л.С. Берга (1948, 1949а, 1949б) р. Алей относится к западно-сибирскому участку ледовитоморской провинции голарктической области. Основную долю ихтиомассы Гилевского водохранилища

составляют представители бореального равнинного комплекса, к которому относятся 8 видов – обыкновенная щука *E. lucius* Linnaeus, 1758, плотва *R. rutilus* (Linnaeus, 1758), язь *L. idus* (Linnaeus, 1758), елец *L. leuciscus* (Linnaeus, 1758), серебряный карась *C. auratus* (Linnaeus, 1758), пескарь *G. gobio* (Linnaeus, 1758), речной окунь *P. fluviatilis* Linnaeus, 1758, обыкновенный ёрш *G. cernuus* (Linnaeus, 1758). Рыбы других комплексов представлены в меньшей степени. Вторым по количеству видов является бореальный предгорный комплекс, который представляют всего 4 вида – обыкновенный таймень *H. taimen* (Pallas, 1773), сибирский хариус *T. arcticus* (Pallas, 1776), обыкновенный голец *P. phoxinus* (Linnaeus, 1758) и уклейка *A. albumus* (Linnaeus, 1758). Также присутствуют представители третично-равнинного фаунистического комплекса – линь *T. tinca* (Linnaeus, 1758), сазан *C. carpio* Linnaeus, 1758. Одним видом на исследуемой территории представлен арктический пресноводный комплекс (налим *L. lota* (Linnaeus, 1758)) и китайско-равнинный (пёстрый толстолобик *H. nobilis* (Richardson, 1846)).

В настоящее время на акватории Гилёвского водохранилища Алтайского края основное промысловое стадо рыб (I) представлено пятью видами: плотвой, речным окунем, серебряный карасем, обыкновенной щукой и язём. Остальные виды малочисленны и не имеют промыслового значения (II).

R. rutilus (Linnaeus, 1758) – плотва. Пресноводный, рео-лимнофил. Доминантный промысловый вид по численности, также занимает лидирующее место по ихтиомассе и рыбопродуктивности. Объект спортивного и любительского лова. В 2021-2022 гг. стадо плотвы в уловах было представлено семью возрастными группами от 1+ до 7+ лет с промысловой длиной от 70 до 250 мм и массой от 1 до 370 г. Наиболее многочисленными являлись 2+ -4+ летки. Половой зрелости плотва достигает в 2-3 года. Соотношение полов в уловах было близко 1:1. Абсолютная плодовитость составляет в среднем 45,0-46,0 тыс. икринок.

P. fluviatilis Linnaeus, 1758 – речной окунь. Пресноводный, рео-лимнофил. В настоящее время является видом-субдоминантом. Распространён по акватории водохранилища дифференцировано по размерно-возрастным группам, что проявляется при незначительных сезонных миграциях по водоёму. В 2021-2022 гг. стадо речного окуня Гилёвского водохранилища в уловах было представлено восемью возрастными группами от 0+ до 7+ лет с промысловой длиной от 70 до 370 мм и массой от 4 до 1310 г. Наиболее многочисленными являлись 1+ -3+-летки.

E. lucius Linnaeus, 1758 – обыкновенная щука. Пресноводный, рео-лимнофил. Распространена по акватории водохранилища неравномерно, не имеет дифференциации по размерно-возрастным группам, при незначительных сезонных миграциях по водоёму скопления образует только на нерестилищах. В 2021-2022 гг. стадо в контрольных уловах было представлено особями четырех возрастных групп от 1+ до 4+ лет с промысловой длиной от 190 до 465 мм и массой до 500 г., причем преобладали четырехлетки.

C. auratus (Linnaeus, 1758) – серебряный карась. Пресноводный, рео-лимнофил, акклиматизант (амурская форма). Распространен по акватории неравномерно и не обладает большой численностью. В 2021-2022 гг. промысловое стадо представлено семью возрастными группами (1+ - 7+). В уловах преобладали особи 3+ и 4+ лет со средней промысловой длиной 240,0 мм и массой 570,0 г.

L. idus (Linnaeus, 1758) – язь. Пресноводный, рео-лимнофил. В настоящее время чаще всего вид идёт приловом во время промысла плотвы и речного окуня. Язь распространён по акватории водохранилища равномерно, но дифференцировано по размерно-возрастным группам. В контрольных уловах вид был представлен 3-6-летними особями с промысловой длиной до 350 мм и массой до 1 кг.

Наиболее многочисленными отмечены особи четырех лет.

II. *C. carpio* Linnaeus, 1759 – сазан. Пресноводный, рео-лимнофил, акклиматизант. Вселен в 1980-х гг., встречается крайне редко.

T. tinca (Linnaeus, 1758) – линь. Пресноводный, лимнофил. Встречается единично.

A. nobilis (Richardson, 1846) – пестрый толстолобик. Пресноводный, рео-лимнофил, акклиматизант. Вселен в 1980-х гг., встречается единично, только старые особи.

G. gobio (Linnaeus, 1758) – пескарь. Пресноводный, реофил. Отмечен в верхней части водохранилища.

A. albumus (Linnaeus, 1758) – уклейка. Пресноводный, реофил, акклиматизант. Впервые отмечена в 2021 году, в 2022 г. встречается единично. Уклейка считается случайным вселенцем и появление её в составе сообществ рыб бассейна Верхней Оби следует признать нежелательным явлением, поскольку вид имеет высокий кормовой коэффициент и существенно снижает пищевые ресурсы водных объектов Верхней Оби [4].

L. leuciscus (Linnaeus, 1758) – елец. Пресноводный, реофил. Распространен на всей акватории водохранилища, однако имеет низкую численность.

P. phoxinus (Linnaeus, 1758) – обыкновенный (речной) голяк. Пресноводный, рео-лимнофил. Встречается единично.

T. arcticus (Pallas, 1776) – сибирский хариус. Пресноводный, рео-лимнофил. Отмечен только в верховьях водохранилища.

H. taimen (Pallas, 1773) – обыкновенный таймень. Пресноводный, реофил. Встречается единично в уловах в зимний период времени.

L. lota (Linnaeus, 1758) – налим. Пресноводный, реофил. Встречается в русле реки Алей, редок.

G. cernuus (Linnaeus, 1758) – обыкновенный ерш. Пресноводный, реофил. Распространен на всей акватории водохранилища. Вид имеет тенденцию к увеличению численности.

Ихтиофауна Гилевского водохранилища находится в стабильном состоянии со времени заполнения ложа водоема и формирования рыбного населения из местных речных видов-аборигенов и акклиматизированных видов. Тем не менее, появившийся нежелательный вселенец – уклейка вызывает некоторые опасения в вопросе устойчивости экосистемы. Ситуация требует всестороннего наблюдения.

Список литературы

Берг Л.С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л.: Изд-во АН СССР, Ч.1., 466 с.

Берг Л.С. 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л.: Изд-во АН СССР, Ч.2., 429 с.

Берг Л.С. 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л.: Изд-во АН СССР, Ч.3, 455 с.

Михайлов А.В. 2015. Современное состояние ихтиофауны Гилевского водохранилища Алтайского края и пути её рационального использования. Дисс. канд. биол. наук. Новосибирск, 168 с.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 376 с.

Решетников Ю.С., Попова О.А. 2015. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов. Труды ВНИРО 156: 114–131.

Характеристика уловов рыболовов-любителей на Чебоксарском водохранилище в границах Нижегородской области

А.В. Сметанина, Р.К. Катаев

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

Аннотация. В работе проводится анализ уловов рыболовов-любителей на Чебоксарском водохранилище в границах Нижегородской области. Рассматривается сезонная динамика вылова, видовой и размерный состав отловленных водных биоресурсов. Также приводится информация о количестве посещений водного объекта и используемых орудиях лова.

Ключевые слова. Любительское рыболовство, Чебоксарское водохранилище, вылов, водные биологические ресурсы.

Любительское рыболовство один из самых массовых видов отдыха населения на водных объектах. Несмотря на установленные нормативы в плане суточных объемов вылова и размеров добываемых рыб, зачастую рыбалка ведется бесконтрольно и неограниченно. В тоже время, при оценке антропогенного влияния, данный аспект зачастую упускается, а учитывается только промысловый, квотируемый, лов. Вследствие этого, в рамках рационального использования ресурсов, возникает необходимость в регулярных исследованиях и оценке воздействия рекреационного рыболовства на запасы водных биоресурсов.

Данные о количестве рыболовов-любителей и их уловах на Чебоксарском водохранилище в границах Нижегородской области были получены в ходе исследовательских работ, проводимых в различные сезоны в 2020-2022 гг.

Оценка посещаемости производилась согласно методическим рекомендациям (Методические указания ..., 1979) визуальным методом. Учет велся как в будние, так и в выходные дни. Общее количество посещений водоема определялось, исходя из среднего числа рыболовов в отдельные дни и общего количества будних и выходных дней в месяце. Для сбора данных о видовом и размерном составе уловов, а также продолжительности ловли и применяемых снастях, проводился анкетный опрос. Общий объем собранного материала составил 1065 шт., количество промеренных особей различных видов рыб – 10,0 тыс. экз. Определение объемов вылова водных биологических ресурсов выполнялось в соответствии с рекомендациями (Методические указания ..., 1979), с учетом интегрального коэффициента встречаемости и улавливаемости видов отдельными орудиями лова (Вандышева и др., 2015).

Частота посещений Нижегородского участка Чебоксарского водохранилища зависит от различных факторов, например, таких как сезон, погодные условия, день недели. В целом за год, посещаемость рассматриваемого участка в выходные дни в 2 раза выше, чем в будние – 443 и 220 человек соответственно. В летний период (апрель-ноябрь) в среднем за сутки водоем посещало от 245 до 525 человек (среднее 435) в выходные дни и 140-350 человека (среднее 223) в будние. В зимний период (декабрь-апрель) в выходные отмечалось 330-700 человек (среднее 458), в будние – 140-300 (среднее 217).

В сезонной динамике наблюдается пик посещаемости в весенний период с марта по май (10,6-12,7 тыс. человек) и снижение в период неблагоприятных метеоусловий в феврале (5,6 тыс. человек) и ноябре (3,4 тыс. человек). С июня по октябрь количество рыболовов-любителей достаточно стабильно – 7,9-9,7 тыс. человек, как и в декабре-январе (7,0-8,3 тыс. человек). По результатам расчетов общее количество рыболовов, посетивших Чебоксарское водохранилище в границах Нижегородской области за год составляет 102,3 тыс. человек, из

них в зимний период – 38,4, в летний – 63,9 тыс. человек. Средняя продолжительность лова вне зависимости от сезона составляла 6,0 часов.

Анализ анкетных данных показал, что при ловле в зимний период на Чебоксарском водохранилище наиболее распространен лов на мормышку (61,5%), в меньшей степени – лов на блесну, жерлицы и «тюлька» (Таблица 1). В летний период рыбаками наиболее часто применяются спиннинг (43,1%) и донные снасти (34,9%).

Таблица 1. Использование орудий лова любителями на Чебоксарском водохранилище в границах Нижегородской области в 2020-2022 гг.

Зимний период		Летний период	
Вид лова	Доля, %	Вид лова	Доля, %
Блесна зимняя	14,9	Донная	34,9
Жерлицы	14,1	Квок	2,4
Мормышка	61,5	Поплавочная	19,7
"Тюлька"	9,4	Спиннинг	43,1

Состав уловов рыбаков-любителей насчитывает до 20 видов рыб, из которых в зимний период встречается 14 (Таблица 2). Размерный состав уловов для большинства видов не различается по сезонам, однако средние размеры леща *Abramis brama* L., окуня *Perca fluviatilis* L., сома *Silurus glanis* L., судака *Sander lucioperca* L., уклей *Alburnus alburnus* L. и щуки *Esox lucius* L. выше в период летнего лова.

Таблица 2. Размерно-видовой состав уловов рыбаков-любителей на Чебоксарском водохранилище в границах Нижегородской области

Виды рыб	Зимний период			Летний период		
	Размеры, см		Менее допустимых величин, %	Размеры, см		Менее допустимых величин, %
	Диапазон	Среднее		Диапазон	Среднее	
Белоглазка	9-23	15,4		10-25	15,4	
Берш	17-41	27,5		15-40	28,4	
Голавль				10-48	21,7	59,2
Густера	10-29	15,4		9-29	15,5	
Ерш	6-15	10,4		6-14	10,7	
Жерех				11-65	33,1	51,2
Карась				11-37	17,2	
Красноперка	12-19	14,8		10-22	16,2	
Лещ	13-45	23,7	47,5	13-49	31,6	7,1
Налим	25-45	37,8	60,0	28-45	35,2	57,1
Окунь	5-35	15,2		8-34	18,3	
Плотва	7-28	14,8		8-27	15,6	
Сазан				40	40,0	
Синец				17-32	23,0	
Сом	98	98,0		65-210	124,0	13,3
Судак	17-60	40,5	40,2	20-85	44,4	27,0
Уклея	7-13	10,7		8-16	12,8	
Чехонь				14-40	22,9	
Щука	32-100	51,3		22-110	56,3	6,1
Язь	15-32	22,1		15-44	24,2	

Зачастую длина тела отдельных рыб в уловах не соответствует установленным величинам (Приказ ..., 2014), при этом в зимний период доля данных особей выше. Так для леща *Abramis brama* L., при допустимых к вылову 25 см, доля представителей менее разрешенных значений составляет «зимой» – 47,5%, «летом» – 7,1%. Для судака (40 см) 40,2% особей при зимнем лове и 27,0% при летнем лове не достигают промысловых размеров. Более половины промысловых рыб в уловах были менее установленной длины тела для таких видов как налим *Lota lota* L. (40 см), жерех *Aspius aspius* L. (40 см) и голавль

Squalius cephalus L. (20 см). В тоже время, некоторыми рыбаками-любителями особи, не соответствующие разрешенным размерам, возвращаются в водную среду.

В структуре уловов наибольший объем добычи имеют такие виды как лещ *Abramis brama* L. (28,9%), щука *Esox lucius* L. (18,9%), судак *Sander lucioperca* L. (11,1%), плотва *Rutilus rutilus* L. (9,1%), сом *Silurus glanis* L. (7,2%), окунь *Perca fluviatilis* L. (5,9%), густера *Blicca bjoerkna* L. (5,0%) и берш *Sander volgensis* Gmelin (4,3%) (Рисунок). Суммарно данные 8 видов занимают 90,4% общего вылова.

В динамике вылова отдельных видов прослеживается сезонность. Так если объемы добычи щуки *Esox lucius* L., судака *Sander lucioperca* L., окуня *Perca fluviatilis* L., густеры *Blicca bjoerkna* L. и берша *Sander volgensis* Gmelin приблизительно одинаковы во все сезоны, то вылов леща *Abramis brama* L. летом в 10 раз превышает зимние показатели. Отдельные виды – жерех *Aspius aspius* L., карась серебряный *Carassius gibelio* Bloch, чехонь *Pelecus cultratus* L., голавль *Squalius cephalus* L., сазан *Cyprinus carpio* L. и синец *Ballerus ballerus* L. отмечены в уловах только в летний период.

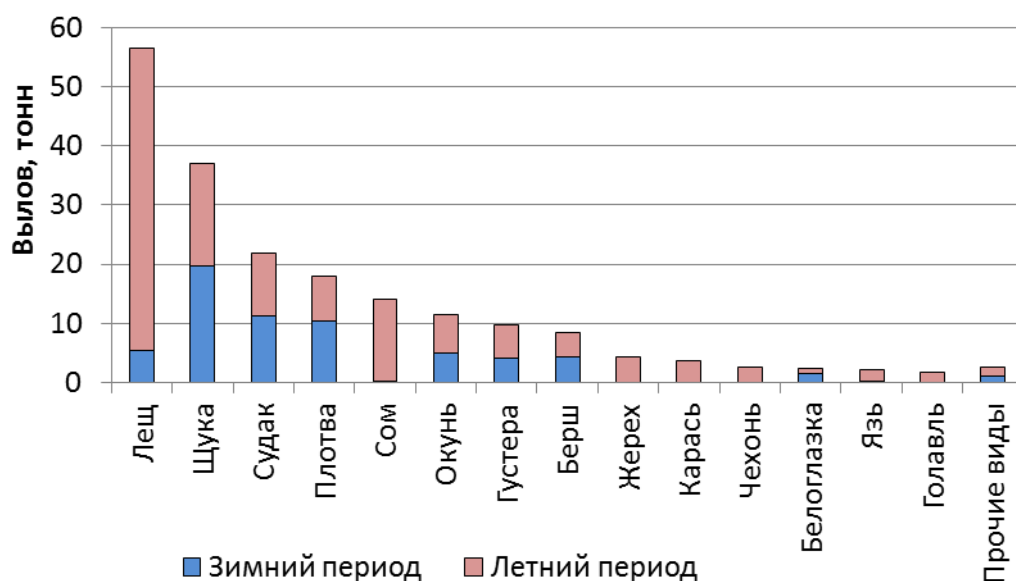


Рисунок. Объемы вылова водных биоресурсов в рамках любительского рыболовства на Чебоксарском водохранилище в границах Нижегородской области

По результатам проведенных расчетов общий вылов водных биоресурсов на Чебоксарском водохранилище в границах Нижегородской области в рамках любительского рыболовства составляет ежегодно 195,97 т, из них в зимний период – 62,50 т, в летний период – 133,47 т. Исходя из общего количества посещений водного объекта, средний вылов на одного рыбака в сутки составил 1,9 кг/сутки, в зимний период – 1,6 кг/сутки, в летний период – 2,1 кг/сутки.

Список литературы

Вандышева В.В., Минин А.Е., Катаев Р.К. 2015. Состояние любительского рыболовства на Чебоксарском и Горьковском водохранилищах. Сборник научных трудов: Эколого-биологические особенности Чебоксарского водохранилища. С.-Петербург: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 6-20.

Методические указания по изучению влияния любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоемов. 1979. Л.: ГосНИОРХ, 20 с.

Приказ Минсельхоза России от 18.11.2014 №453 "Об утверждении правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна" (Зарегистрировано в Минюсте России 08.12.2014 №35097)

Оценка эффективности нереста речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) в Куйбышевском водохранилище

Т.А. Тележникова, Ю.А. Северов

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»), г. Казань
E-mail: tatarstanniro@vniro.ru; tamara-info@bk.ru

Аннотация: в данной работе на основе данных по численности личинок окуня выявлены факторы, влияющие на эффективность его нереста в современных условиях Куйбышевского водохранилища.

Ключевые слова: речной окунь, Куйбышевское водохранилище, эффективность нереста.

Окунь - весьма неприхотливая рыба к условиям размножения, в основном вследствие чего его численность во многих водоемах высока, а популяции находятся в стабильном состоянии. Несмотря на это, отмечено, что в различных участках его ареала и разнотипных водоемах эффективность нереста зависит от определенных параметров среды.

Например, в речных условиях Волго-Ахтубинской поймы маловодность 2000-х лет и неблагоприятные абиотические факторы среды (аномалии температурного и уровня режимов) не повлияли на эффективность естественного воспроизводства окуня и даже обеспечили рост численности его молоди (Абакумов и др., 2015).

В водоемах Якутии значительная часть икринок окуня гибнет в результате суточных колебаний температуры воды, что снижает эффективность размножения (Кириллов, 2002).

В условиях водохранилищ достаточно подробно оценку эффективности размножения окуня провели в Куйбышевском водохранилище в 70-е годы прошлого столетия (Махотин, 1977; Кузнецов, 1978). Выяснено, что большее количество молоди окуня наблюдается в годы с невысоким уровнем воды в водохранилище – между количеством личинок и показателями уровня воды в мае наблюдается обратная связь (Кузнецов, 1978). Автор связывает это с использованием окунем нерестилищ в виде затопленных предметов на глубине, где уровень воды не играет важную роль при откладке икры.

В.А. Кузнецов (1985) также показал, что влияние сочетания факторов (уровня воды и температуры воды) на эффективность нереста окуня достигает 42%. Значимым фактором, влияющим на численность пополнения стада окуня, является биомасса зоопланктона в момент перехода на эндогенный тип питания молоди окуня (Кузнецов, 1985).

В экосистеме Куйбышевского водохранилища спустя эти годы существенно изменились видовой состав водной и околоводной флоры и ее распространение, увеличилась степень зарастания (Папченков, 2015), происходит общее потепление климата (Кирчак, 2012; Логинов, 2012), в водности Куйбышевского водохранилища наметился тренд на увеличение среднего годового расхода воды на 7,5% (Селезнев, 2022), что потенциально могло отразиться на эффективности его размножения.

В связи с этим, целью данной работы была оценка эффективности нереста окуня и выявление факторов, влияющих на его нерест в современных условиях Куйбышевского водохранилища.

Основой для данной работы послужили материалы, собранные сотрудниками Татарского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в мае-июне 2012–2020 гг. в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища на 12 постоянных станциях, на основе общепринятых методик (Пахоруков, 1980; Кузнецов, 1985). Отлов личинок рыб осуществляли ихтиопланктонной конической сетью ИКС-50, путем ее буксировки с мотолодки на определенное время. Статистическую обработку полученных результатов проводили по Г.В. Лакину (1980) с использованием компьютерных программ Excel и Statistica.

По результатам обловов ежегодных пелагических станций Мешинского залива Куйбышевского водохранилища обнаружено, что средняя численность личинок окуня в годы исследований в уловах в пересчете на 5 мин лова составила $8,0 \pm 2,4$ экз. ($CV=83,0\%$) (Таблица 1). За период исследований (2012-2020 гг.) в Мешинском заливе наибольшее количество личинок ($14,3$ экз./5 мин. лова) отмечалось в мае 2013 года, а минимальное в 2017 г и составило $2,9$ экз./5 мин. лова.

Таблица 1. Среднее количество личинок окуня (экз./усилие) в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища по весенним материалам 2012-2020 гг.

Год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	M±m
Пелагиаль	3,00	14,30	12,15	4,50	3,90	2,90	2,92	-*	20,50	$8,0 \pm 2,4$
*обловы личинок в открытых участках водохранилища в 2019 году не производились										

Полученные результаты в целом сопоставимы с данными, имеющимися в литературе по Свияжскому заливу Куйбышевского водохранилища за период 1964 – 1974 гг. (Кузнецов, 1978). В эти годы количество личинок окуня в уловах в пересчете на 5 минут лова составляло от $2,3$ экз. в 1974 г до $75,0$ экз. в 1968 г, при среднем значении $21,0 \pm 7,1$ экз. ($CV=112,5\%$) (Кузнецов, 1978).

Далее рассмотрим влияние различных показателей водохранилища на формирование поколений окуня через численность личинок в уловах в период наблюдений (2012 – 2020 гг.), которые представлены в таблице 2 (Таблица 2).

Таблица 2. Показатели численности личинок окуня и гидрологических и температурных показателей Куйбышевского водохранилища (с 1 мая по 1 июня) за 2012 – 2020 гг.

Год	Средн. численность личинок экз./5 мин. лова	Уровень воды, м			Сроки стояния уровня ($\pm 0,2$ м), сут.	Колебание уровня, м (+/-)	Средняя температура воды в мае, °С
		M	Min	Max			
2012	3,00	53,18	51,59	52,49	24	0,55	15,4
2013	14,30	52,91	51,97	53,39	20	1,1	14,5
2014	12,15	52,16	51,4	52,82	9	0,08	16,4
2015	4,50	52,33	51,77	53,16	23	2,11	16,2
2016	3,90	53,33	52,86	53,74	16	0,45	16,1
2017	2,90	52,28	51,61	53,23	13	1,01	12,1
2018	2,92	52,51	51,3	53,12	10	1,76	14,2
2020	20,50	53,15	52,51	53,45	13	0,94	15,4

Статистическая обработка материала показала, что средняя численность личинок окуня в уловах находится в слабой недостоверной (при $p < 0,05$) положительной связи с максимальным уровнем воды в период размножения $r = 0,24$. В недостоверной, слабой связи со средним уровнем воды $r = 0,19$ и умеренной недостоверной связи с минимальным уровнем воды $r = 0,33$. Слабая и также недостоверная отрицательная связь численности личинок отмечена со сроками стояния уровня $r = -0,22$ и его колебаниями в период нереста $r = -0,23$. Достоверно, что на количество личинок окуня не влияет и температура воды во время нереста – с данным фактором обнаружена слабая связь ($0,24$).

Далее методом многофакторного регрессионного анализа рассмотрены прогностические зависимости влияния абиотических факторов гидрологического режима на величину личинок окуня в уловах.

Для этого в уравнение регрессии были взяты все пять факторов гидрологического режима из таблицы: «максимальный уровень», «минимальный уровень», «средний уровень», «сроки стояния уровня», «колебание уровня».

Уравнение регрессии имеет вид:

$$N = -29,3698 - 6,9272M_{\max} + 9,5274M_{\min} - 1,5573M_{\text{сред}} - 0,4381T + 0,6039L,$$

где N – численность личинок, экз./5 мин.лова; $M_{\text{сред}}$ – средний уровень воды в период 1 мая-1 июня, м; M_{\min} – минимальный уровень воды в период 1 мая-1 июня, м; M_{\max} – максимальный уровень воды в период 1 мая-1 июня, м; T – сроки стояния уровня ($\pm 0,2$ м), сут; L – колебание уровня в период 1 мая-1 июня, м.

Средняя ошибка аппроксимации уравнения составила 87%. Наибольшее влияние на результативный признак (N) оказывает фактор M_{\min} ($r = 0,3295$). Коэффициент множественной корреляции, показывает, что связь между N и факторами не сильная.

Коэффициент детерминации R^2 модели равен 0,2082, т.е. модель объясняет только 20% вариации численности личинок по принятым в модели факторам, но принятые в модель параметры L и T статистически не значимы.

Интерпретация параметров модели следующая: увеличение M_{\max} на 1% приводит к уменьшению N в среднем на 7,0%; увеличение M_{\min} на 1% приводит к увеличению N в среднем на 9,5%; увеличение $M_{\text{сред}}$ на 1% приводит к уменьшению N в среднем на 1,6%; увеличение T на 1% приводит к уменьшению N в среднем на 0,4%; увеличение X_5 на 1% приводит к увеличению L в среднем на 0,6%.

Таким образом, выявлено, что численность личинок окуня не имеет достоверной связи с каким-либо из пяти принятых нами гидрологических факторов водоема. Результатами анализа показано, что пополнение запасов окуня может отмечаться и в неблагоприятные для нереста других рыб годы – при низких отметках и высоких колебаниях уровня воды в водохранилище. Отмечено, что именно при низком уровне воды в водохранилище эффективность его нереста может быть весьма высока, на что указывали в прежние годы исследователи (Кузнецов, 1978).

Список литературы

- Абакумов В.П., Хмель Е.В., Югай Т.В. 2015. Промыслово-биологическая характеристика окуня в водоемах Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона. Вестник рыбохозяйственной науки. Т. 2. - № 3 (7). - С. 3-8.
- Кириллов А.Ф. 2002. Промысловые рыбы Якутии. М.: Научный мир, 193 с.
- Кирчак С.О. 2012. Исследование климата Восточного Средиземноморья и гидродинамическое моделирование его ожидаемых изменений в XXI веке. Автореф. дис. докт. физ.-мат. наук. Москва, 48 с.
- Кузнецов В.А. 1978. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. Изд-во Казанского университета, Казань. - С.159.
- Кузнецов В.А. 1985. Количественный учет молоди рыб в водохранилищах и озерах (методические подходы и возможности). Типовые методики исследования продуктивности рыб в пределах их ареалов. Ч. 5. Вильнюс: Ин-т зоологии и паразитологии АН ЛитССР. - С. 26-35.
- Кузнецов В.А. 1985. К экологии размножения окуня в условиях реконструированных водоемов. Издательство Казанского университета. - Казань: КГУ. – С.53-60.
- Лакин Г.В. 1980. Биометрия. М.: Высш. шк., 352 с.
- Логинов С.В. 2012. Пространственно-временная изменчивость климата Азиатской территории России. Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. Томск, 23 с.
- Махотин Ю.М. 1977. Эффективность нереста рыб в Куйбышевском водохранилище и определяющие ее факторы. Вопросы ихтиологии, Т. 17. - Вып. 1 (102). - С. 27 – 38.
- Папченков В.Г. 2015. Флора водохранилищ Среднего Поволжья. Труды ин-та биол. внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН. № 71 (74). - С. 13-22.
- Пахоруков А.М. 1980. Изучение распределения молоди рыб в водохранилищах и озерах. М.: Наука, 65с.
- Селезнев В.А. 2022. Водные ресурсы Волги в 1958-2020 годы. Сборник статей XX Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». Пенза, 20–21 января 2022 года, С. 3-6.

Современное состояние гонадо- и гаметогенеза аляскинского шипощёка *Sebastolobus alascanus* Bean, 1890

Н.Ю. Терпугова¹, К.А. Жукова², А.В. Согрина¹

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²МГУ-ППИ, г. Шэньчжэнь

E-mail: n.terpugova@bk.ru

Аннотация: проведено гистологическое исследование гонад аляскинского шипощёка восточного побережья Камчатки и западной части Берингова моря. Патологии развития гонад выявлены в единичных случаях (0,9 %), что свидетельствует о репродуктивном благополучии *Sebastolobus alascanus*.

Ключевые слова: аляскинский шипощёк, размножение, гистология, Берингово море.

Материалы для исследования получены в феврале-апреле 2022 г. на борту среднетоннажного рыболовного морозильного траулера РТМ П-0697 «Камлайн». Судно работало в промысловом режиме на шельфе и верхней части материкового склона восточного побережья Камчатки и западной части Берингова моря. Для изучения репродуктивной функции и особенностей гонадо- гаметогенеза аляскинского шипощёка *Sebastolobus alascanus* Bean, 1890 проводили гистологическое исследование по стандартным методикам в модификации для рыб (Микодина и др., 2009).

Аляскинский шипощёк встречался в уловах на глубинах 350-500 м. Размеры в Западно-Беринговоморской зоне варьировали от 29 до 62 см (в среднем – 37см). Масса колебалась от 240 до 1620 г (в среднем 662 г).

Соотношение самцов и самок 1:1, при этом 22,2 % самок и 77,8 % самцов были неполовозрелыми, стадия зрелости III отмечена у 22,2 % самцов. В значительном количестве обнаруживали самок VI и IX стадии зрелости гонад, что составило 22,2 % и 55,6 % соответственно. Гонады шипощёка были представлены парными органами, имеющими дорсальное расположение в полости тела. В единичных случаях регистрировали особей с нитевидными гонадами (0,9 %).

При проведении гистологического анализа отмечали, что самыми мелкими женскими половыми клетками были оогонии, они характеризовались гиалиновой цитоплазмой, большим округлым ядром и единственным хорошо заметным ядрышком. Оогонии располагались в гонаде, как по одиночке, так и группами (Рис. 1 А). Превителлогенные ооциты имели зернистую базофильно окрашенную цитоплазму, крупное ядро, в котором многочисленные ядрышки располагались по периферии нуклеоплазмы. Цитоплазма ооцитов фазы вакуолизации становилась менее базофильной, в ней отмечались вакуоли разного размера (Рис. 1 В). На более поздних этапах крупные вакуоли занимали периферические области цитоплазмы (Рис. 1 Г). Одновременно с вакуолизацией, цитоплазма заполнялась гранулами желтка, которые располагаются между вакуолями и окрашивались эозинофильно (Рис. 1 В, Г). Вителлогенез заканчивался, когда эозинофильно окрашенная цитоплазма полностью заполнена округлыми глобулами желтка (Рис. 1 Д). *Zona radiata* зрелых ооцитов у шипощёка достаточно тонкая, характерная для видов с пелагической икрой (Рис. 1 Д). Выметанная икра представителей рода *Sebastolobus* окружена желеобразной массой, плавающей у поверхности воды (Григорьев, 2020). Посленерестовые яичники характеризуются наличием постовуляторных фолликулов, также в гонаде присутствуют ооциты фаз превителлогенеза и начала вакуолизации (Рис. 1Е).

В некоторых гонадах были отмечены гипертрофированные ядрышки в превителлогенных ооцитах, что являлось признаком начала процесса резорбции данных

ооцитов. Присутствие гипертрофированных ядрышек связывают с наличием стресса, и может быть результатом низких температур, недостатка еды, загрязнений, и других факторов, влияющих на физиологию рыб.

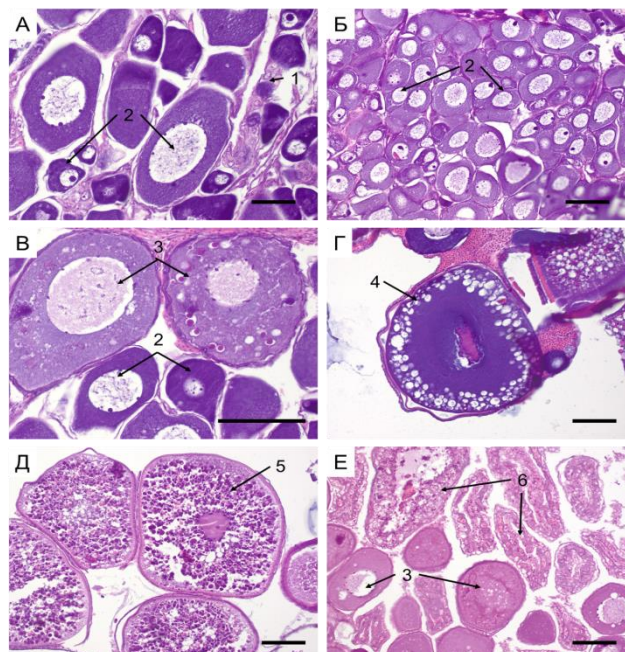


Рисунок 1. Яичники шипощека: А, Б – стадии зрелости II, В – стадии зрелости II-III, Г – стадии зрелости III, Д – стадии зрелости IV, Е – стадии зрелости VI. 1 – оогонии, 2 – ооциты периода превителлогенеза, 3 – фазы начала вакуолизации, 4 – фазы вакуолизации, 5 – фазы наполненного желтком ооцита, 6 – постовулятивный фолликул. Масштаб 100 мкм

Семенники шипощека имели зональное строение: сперматогонии в лопастях семенника в основном располагались латерально по отношению к оси, а медиальные районы были заполнены более зрелыми мужскими половыми клетками. Самыми крупными были сперматогонии первого порядка, их размеры варьировали от 9 до 13 мкм. Они имели прозрачную гиалиновую цитоплазму и большое центрально расположенное ядро, диаметром 5-8 мкм. Сперматоциты первого порядка были мельче, их размеры составили 4-6 мкм, диаметры сперматоцитов второго порядка были 3-4 мкм. Сперматиды были диаметром 2-3 мкм. Сперматозоиды имели круглые головки размером 1 мкм (Рис. 2).

В незрелых семенниках стадии зрелости II присутствовали только цисты со сперматогониями разных порядков. По мере развития гонады более зрелые мужские половые клетки оказывались в медиальных районах, а периферические районы были составлены сперматогониями. У шипощека отмечено одновременное прохождение процессов созревания (мейоз в сперматоцитах) и спермиогенеза (формирование сперматозоидов). Так, в гонадах стадии зрелости V выявлена текучая сперма в семяпроводе в то время, когда в периферических районах происходит активное деление сперматогониев и сперматоцитов (Рис. 2 Б, В). По данным Койя (1994) у шипощека сразу после полной эякуляции начинается новая волна размножения сперматогоний. Результаты нашей работы показали, что эти 2 процесса идут одновременно.

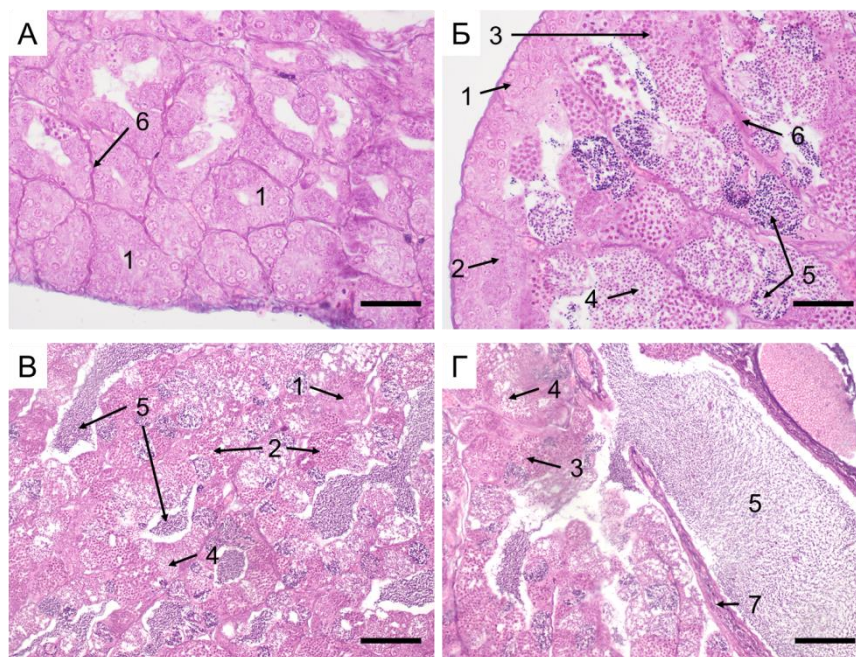


Рисунок 2. Семенники аляскинского шипощека: А – стадии зрелости II, Б – стадии зрелости III, В – стадии зрелости V, латеральный район, Г – стадии зрелости V, медиальный район. 1 – сперматогонии, 2 – сперматоциты I порядка, 3 – сперматоциты II порядка, 4 – сперматиды, 5 – сперматозоиды, 6 – интерстициальная ткань, 7 – оболочка семяпровода. Масштаб: 50 мкм

По расположению мужских половых клеток в семеннике шипощека можно отнести к видам с ограниченным типом расположения сперматогониев. Такой тип также встречается у представителей отрядов *Atheriniformes*, *Syngnathiformes* и *Belontiiformes*, у которых первичные сперматогонии также отмечаются только в периферических областях семенника (Емельянова и др., 2015; Uribe et al., 2014).

Установлено, что соотношения полов аляскинского шипощека было примерно равным. Патологических изменений в гонадо- и гаметогенезе не обнаружено, в единичных случаях отмечали нитевидные гонады, что составило менее 1 % от всех исследуемых рыб. Данный факт говорит о репродуктивном благополучии *S. alascanus* в водах побережья восточной Камчатки.

Список литературы

- Ромейс Б. 1953. Микроскопическая техника. М.: Иностранная литература. 718 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.
- Григорьев С.С. 2020. Экология нереста и раннего развития морских рыб прикамчатских вод. Вестник Камчатского государственного технического университета, 51: 83-98 с.
- Koya Y., Hamatsu, T., Matsubara, T. 1994. Testicular development of male *Sebastes macrochir* in the Pacific coast of southeastern Hokkaido. Bulletin of the Hokkaido National Fisheries Research Institute (Japan). №58. March. 8 p.
- Емельянова Н.Г., Павлов Д.А., Бик Тхуан Лыонг Тхи, Во Тхи Ха. 2015. Состояние гонад, подвижность сперматозоидов и начальные стадии эмбрионального развития *Upeneus tragula* (Mullidae). Вопросы ихтиологии 55 (2): 196-206.
- Uribe M.C., Grier H.J., Mejía-Roa V. 2014. Comparative testicular structure and spermatogenesis in bony fishes // *Spermatogenesis* 4 (3): 1-13.

Результаты изучения влияния любительского рыболовства на состояние водных биоресурсов водоемов Волго-Ахтубинской поймы в границах Волгоградской области

А.А. Филипенко, А.Н. Науменко, Н.В. Куценко

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»)

E-mail: nikolaykucenko@mail.ru

Аннотация. Сбор сведений о количестве рыбаков-любителей и их уловах на водных объектах Волго-Ахтубинской поймы (ВАП) входящих в зону ответственности «ВолгоградНИРО», осуществлялся в течение 2021 года, в качестве методики использовались подходы, описанные в работе. По результатам исследований выполнена оценка посещаемости рыбаками-любителями водоемов поймы, качественный и количественный состав их уловов, а также средний вылов на одного рыбака. Определены основные объекты любительского рыболовства, исследованы их основные биологические характеристики, такие как размер и масса тела. Выполнен анализ на соответствие вылова рыбаками-любителями водных биологических ресурсов (ВБР), на которые действующими Правилами рыболовства Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна установлена промысловая мера.

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма, любительское рыболовство, водные биологические ресурсы, Правила рыболовства

Для исследования влияния любительского рыболовства на водные биоресурсы ВАП были выбраны 10 характерных водных объектов (озера и ерики), расположенные административно в границах Среднеахтубинского района Волгоградской области, таблица 1.

Волго-Ахтубинская пойма в границах Волгоградской области – территория между рекой Волгой и её рукавом Ахтубой на участке от плотины Волгоградского гидроузла до административной границы с Астраханской областью (протяженностью до 90 км и шириной поймы от 12 до 30 км).

Таблица 1. Перечень водных объектов, на которых осуществлялся сбор данных о количестве рыбаков-любителей и их уловах.

№	Наименование водоема	Площадь, га	Ближайший населенный пункт
1	ерик Гнилой	40	п. Колхозная Ахтуба
2	ерик Кривуша	33	х. Клетский
3	ерик Кашира	206	х. Клетский
4	ерик Верблюд	25	г. Краснослободск
5	ерик Дудак	23	х. Чапаевец
6	озеро Запорное	28	г. Краснослободск
7	озеро Клетское	44	х. Клетский
8	озеро Широкогорлое	81	п. Куйбышев
9	озеро Денежное	90	г. Краснослободск
10	ерик Пахотный	78	п. Колхозная Ахтуба
Всего	10	648	

На указанные водоемы поймы приезжают рыбаки-любители, как из городов Волгоград и Волжский, так и жители близлежащих населенных пунктов, так же на берегах некоторых из них расположены туристические базы и дома отдыха, что способствует развитию рекреационного рыболовства.

Исследования проводились в течение 2021 года, в период ледостава и открытой воды.

Общий вылов рыбаками-любителями на обследованных водоемах общей площадью 648 га составил 7039,4 кг, со средним выловом на 1 рыбака – 0,73 кг. По расчетным данным исследуемые водоемы посетили 9600 рыбаков-любителей. Данные о видовом и размерном составе уловов рыбаков-любителей за весь период наблюдений 2021 года представлены в таблицах 2-3.

Таблица 2. Видовой состав уловов рыбы в водоемах ВАП рыбаками-любителями в 2021 г.

Виды рыб	Вылов за год, кг	%
Плотва	1985,4	28,20
Карась	1495,8	21,25
Щука	671,2	9,54
Густера	585,2	8,31
Лещ	543,1	7,72
Окунь	476,2	6,77
Уклейка	413,7	5,88
Красноперка	391,0	5,55
Сазан	294,5	4,18
Судак	135,7	1,93
Синец	41,4	0,59
Ёрш	6,0	0,09
Итого	7039,4	100
Количество рыбаков	9600	
Вылов на 1 рыбака	0,73	

Таблица 3. Размерный состав уловов на водоемах ВАП рыбаками-любителями в 2021 г.

Виды ВБР	Мин длина, см	Мак длина, см	Средняя длина, см	Количество рыб, шт.	Промысловая мера, см	Количество рыб непромыслового размера, шт.
Лещ	8	25	14,2	429	25	428
Сазан	18	40	29,2	27	40	26
Судак	20	41	28,3	30	40	29
Щука	24	64	38,8	72	32	14
Густера	8	21	11,4	1023	не установлена	
Ёрш	9	16	12,7	8	не установлена	
Карась	10	29	17,6	457	не установлена	
Красноперка	8	21	12,4	413	не установлена	
Окунь	8	28	15,2	327	не установлена	
Плотва	8	23	13,3	2101	не установлена	
Синец	11	24	17,6	31	не установлена	
Уклейка	8	15	10,6	1190	не установлена	

В составе уловов рыбаков-любителей в 2021 г. отмечено 12 видов рыб. Самыми массовыми видами были плотва 28,2 % и карась 21,2 %.

На остальных рыб семейства карповых приходится, по видам: густера 8,3 %, лещ 7,7 %, уклейка 5,8 %, красноперка 5,5 %, сазан 4,1 %, синец 0,59%. На долю хищных рыб в общем вылове приходится 18,13 %, в т.ч. щука 9,5 %, окунь 6,7 % и судак 1,93 %.

Для видов рыб: лещ, судак, сазан, на которые действующими правилами рыболовства установлена промысловая мера, норма вылова рыбаками-любителями не соблюдается, 99 % выловленных рыб менее установленной промысловой меры (минимальный размер для вылова, таблица 3).

Исследования позволили оценить особенности зимней и летней рыбной ловли любителями на водоемах ВАП.

Рыбаками-любителями в период рыбалки со льда используются удочки зимние поплавочные 18 %, мормышечные 66 %, удочки для блеснения 11 % и жерлицы 5 %. В качестве орудий лова по открытой воде используются преимущественно донные и

поплавочные удочки (соответственно 53 % и 38 %) и в незначительной степени спиннинги (9 %).

В период рыбалки со льда (январь, февраль, март) вылов составил 2721,8 со средним выловом на 1 рыбака – 0,7 кг за это время водоем посетили 3792 рыбака-любителя. Из них в выходные и праздничные дни (30 дней) вылов составил 1561,6 со средним выловом на 1 рыбака – 0,83 кг за это время водоем посетили 1885 рыбаков-любителей. В будние дни (50 дней) вылов составил 1160,2 со средним выловом на 1 рыбака – 0,61 кг за это время водоем посетили 1907 рыбаков-любителей.

В период ловли по открытой воде (с апреля по ноябрь) вылов составил 4317,6 со средним выловом на 1 рыбака – 0,74 кг за это время водоем посетили 5808 рыбаков-любителей. Из них в выходные и праздничные дни (75 дней) вылов составил 2149,5 со средним выловом на 1 рыбака – 0,77 кг за это время водоем посетили 2809 рыбаков-любителей. В будние дни (151 день) вылов составил 2168,1 со средним выловом на 1 рыбака – 0,72 кг за это время водоем посетили 2999 рыбаков-любителей. За весь период наблюдений отмечено 46 будних и 13 выходных дней с плохой погодой (сильный ветер, осадки в виде дождя), они не учитывались при расчетах.

Анализ полученных данных по состоянию любительского рыболовства и его влиянию на состояние запасов водных биоресурсов, показывает, что:

- рыбаками любителями вылавливается преимущественно экземпляры рыб судака, леща, сазана, и щуки по размеру имеющих длину менее установленной нормы Правилами рыболовства к вылову любительским рыболовством, т.е. неполовозрелая часть популяции. Выловленные рыбаками любителями экземпляры рыб на 100% для леща, судака, сазана, 20% для щуки из общего числа обследованных особей имели длину менее установленной нормы Правилами рыболовства к вылову любительским рыболовством на данных водоемах;

- средний вылов на рыболова за весь рассматриваемый период составляет 0,73 кг. (действующими правилами рыболовства установлена норма вылов для большинства видов рыб в размере – общий суточный вылов для всех видов рыб не более 10 кг);

- промысловый лов на водоемах ВАП в границах Волгоградской области не ведется, на состояние запасов водных биоресурсов воздействует преимущественно любительское рыболовство, которое при соблюдении правил рыболовства не оказывает негативного воздействия на их запасы.

- плотность рыбаков-любителей на единицу площади обследованных акваторий за исследованный период – 1 чел/га общей площади водоемов.

- средняя продолжительность лова за исследованный период в сутки составляет – до 4 часов, при ловле на донную удочку, до 3 часов на поплавочные удочки и до 2 -х часов при ловле на спиннинг. При использовании в зимний период в качестве орудий лова жерлиц, продолжительность лова составляла до 10 часов. Лов осуществлялся для целей отдыха и личного потребления. Соотношение количества рыбаков с лодками и без лодок, за весь рассматриваемый период составляет – 1:99 %.

На водных объектах ВАП в пределах Волгоградской области промысловый лов не осуществляется (рыболовные участки не образованы), соответственно, любительское и спортивное рыболовство не осуществляется на рыболовных (рыбопромысловых) участках.

Список литературы

Куценко Н.В., Чухнин В.А., Науменко А.Н., Филипенко А.А. 2020. Влияние любительского рыболовства на состояние водных биологических ресурсов Цимлянского водохранилища. Водные биоресурсы и среда обитания том 3, номер 2, М.: изд-во ВНИРО, 2020. с. 49-55

Приказ Минсельхоза России от 18.11.2014 N 453 "Об утверждении правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна" (Зарегистрировано в Минюсте России 08.12.2014 N 35097)

Формирование элементного состава желчи некоторых морских и пресноводных видов рыб в зависимости от особенностей питания

А.В. Шокурова^{1,2,3}, О.В. Анищенко⁴, Е.Н. Кашинская^{2,3}, М.М. Соловьев^{1,2}

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

²Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН, г. Москва

³Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск

⁴Институт биофизики СО РАН, г. Красноярск

E-mail: anastasya.shokurova@mail.ru

Аннотация. Исследован элементный состав желчи 429 особей рыб 21 вида пресноводных и морских рыб. Макроэлементы (Ca, K, Mg, Na, P, S) вне зависимости от вида, типа питания и места обитания рыбы, находились в наибольших концентрациях, относительно других элементов. В тоже время Cu, Li, и Sr были обнаружены в желчи абсолютно всех изученных пресноводных видов, тогда как у морских в желчи всегда присутствовали такие элементы, как As, Cu, Li, Se и Sr. При этом Bi, Cd, Mo и Tl у большинства рыб обеих групп отсутствовали. Статистический анализ данных, полученных на природных популяциях, позволил сделать вывод о достоверном влиянии на элементный состав желчи фактора «тип питания», тогда как наполненность пищеварительной системы не оказывала значимых статистических эффектов на концентрации макро- и микроэлементов в желчи, за исключением концентраций K. Напротив результаты экспериментальных исследований позволили судить о достоверной взаимосвязи между временем прошедшем с момента кормления рыбы и концентрацией некоторых элементов (As, Ca, Cu, Ga, K, Mg, Sb, Sr, Zn) в желчи.

Ключевые слова: элементный состав, желчь, тип питания, физиология пищеварения, аккумуляция элементов.

Желчь рыб, как и большинства позвоночных, представляет собой сложный секрет водной природы, с растворенными органическими и неорганическими веществами, выполняющий функцию связывания липидов в кишечнике для дальнейшего гидролиза липазой (Boyer, 2013). В состав желчи входят желчные кислоты, разнообразные белки (Houten, 2006), а также макро- и микроэлементов, способные формировать уникальную физико-химическую среду кишечника (Hunn, 1976), которая впоследствии регулирует уровень активности пищеварительных ферментов и влияет на состав энтеральной микробиоты. Известно, что концентрации некоторых элементов в различных органах рыб (жабрах, мышцах и печени) в большей степени детерминированы пищевыми привычками вида (Watanabe, 2003) Элементный состав желчи также зависит от химического состава потребляемых пищевых объектов, трофического уровня, занимаемого видом, и других особенностей, обусловленных типом питания рыбы. Однако данные литературы об элементном составе желчи рыб, как и о влиянии особенностей питания на накопление элементов в желчи рыб весьма фрагментарны. Таким образом, целью данной работы стало – определить соотношение основных макро- и микроэлементов в желчи различных видов морских и пресноводных костистых рыб в зависимости от некоторых особенностей питания рыб.

Районами исследования на природных популяциях послужили 4 разнотипных водоема (оз. Чаны, оз. Телецкое, оз. Баунт и Кандалакшский залив (Белое море)), где сбор материала осуществлялся в различные года (2019, 2020, 2021 гг.) и сезоны (весна, лето, осень). Объектами исследования выступили 429 особи 21 вида пресноводных (*Carassius gibelio*, *C. Carassius*, *Leuciscus idus*, *L. leuciscus*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca*, *Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*, *Coregonus lavaretus pidschian*, *C. l. pravdinellus*, *C. baunti*

sp, *Cottus gobio*, *Lota lota* и *Gymnocephalus cernuus*) и морских (*Gadus morhua marisalbi*, *Eleginus nawaga*, *Limanda limanda*, *Myoxocephalus scorpius* и *Lumpenus fabricii*) костистых рыб. Кроме того, нами был поставлен эксперимент, направленный на выяснение взаимосвязи между концентрацией элементов в желчи радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и временем прошедшем с момента кормления, который проводился на базе Института агропродовольственных исследований и технологий (IRTA, г. Санкарлис де ля Рапита, Испания). С помощью эмиссионной спектрофотометрии с индуктивно-связанной плазмой, было определено 28 химических элементов, включавших 6 макроэлементов (Ca, K, Mg, Na, P, S) и 22 микроэлемента (Al, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, Tl, V, Zn).

У всех пресноводных и морских рыб, вне зависимости от видовых особенностей, макроэлементы (Ca, K, Mg, Na, P, S) в желчи находились в наибольших концентрациях среди всех анализируемых элементов. Процентное соотношение макроэлементов относительно друг друга в подавляющем большинстве случаев также оставалось схожим среди всех видов рыб ($Na > S > Ca = K > Mg = P$). Подобные соотношения концентраций (кальция, калия и магния) установлены в предыдущих исследованиях. Однако в настоящем исследовании были найдены различия в концентрациях элементов в желчи между исследованными морскими и пресноводными видами рыб. Наиболее заметны высокие значения концентраций калия и натрия в желчи морских видов (K, 4292.0 ± 376.5 и Na, 52236.8 ± 4555.8 мг/кг), в сравнении с концентрациями этих элементов в желчи пресноводных рыб (K, 3470.7 ± 149.4 и Na, 39724.8 ± 1061.5 мг/кг). Ранее не было обнаружено различий в абсорбционной способности желчного пузыря между морскими и пресноводными видами рыб, следовательно вышеупомянутая обнаруженная нами разница концентраций калия и натрия в желчи морских и пресноводных рыб вероятно обусловлена более высоким содержанием этих элементов в морской воде, в сравнении с пресноводной.

В сравнении с макроэлементами, концентрации и процентное соотношение микроэлементов в желчи варьировали в широких диапазонах значений, как между, так и внутри вида. Среди 22 исследованных микроэлементов Cu, Li и Sr были обнаружены в желчи абсолютно всех исследованных пресноводных рыб. Тогда как, Bi, Mo и Sb у подавляющего большинства пресноводных видов отсутствовали. В то же время, у абсолютного числа особей морских видов в желчи присутствовали такие элементы как As, Cu, Li, Se и Sr, тогда как концентрации Bi, Mo и Sd чаще всего не были зафиксированы.

Статистический анализ данных, полученных на природных популяциях, выявил достоверное влияние фактора «тип питания» на различия в концентрациях элементов между хищными и мирными видами рыб. В то время как нами не было обнаружено достоверной взаимозависимости между наполненностью пищеварительного тракта и концентрацией макроэлементов в желчи, за исключением калия, концентрации которого, однако не подчинялись зависимостям, установленным в предыдущих исследованиях. Данные, полученные в экспериментальных условиях, напротив выявили достоверную нелинейную зависимость между временем прошедшим с момента кормления рыбы и концентрацией в желчи таких элементов как As, Ca, Cu, Ga, K, Mg, Sb, Sr и Zn.

Работа по анализу концентраций макро- и микроэлементов поддержана Российским научным фондом, проект № 19-74-10054, метаанализ данных по влиянию различных концентраций элементов на микробиоту и активность пищеварительных ферментов поддержан Мегагрантом № 220-6544-5338.

Список литературы

- Boyer J.L. 2013. Bile Formation and Secretion. *Comprehensive Physiology* 3(3): 1035-1078. DOI: 10.1002/cphy.c120027.
- Houten S. 2006. Endocrine functions of bile acids. *EMBO Journal* 25(7): 1419-1425. DOI: 10.1038/sj.emboj.7601049.
- Hunn J. 1976. Inorganic Composition of Gallbladder Bile from Freshwater Fishes. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH)* 3: 602-605.

Ural M., Uysal K., Çiçek A., Köse E., Turan Koçer M.A., Arca S., Nedim Örneği G., Demirof F. Yüce S. 2011. Determination of Trace Element Concentrations in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Fresenius Environmental Bulletin 20(8): 2036-2040. DOI: 10.500.12438/3243.

Дифференциация стерляди (*Acipenser ruthenus* L., 1758) Европы и Западной Сибири по данным митохондриальной ДНК

В.Д. Щербакова, А.Е. Барминцева, Н.С. Мюге

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: viktoria.shch@mail.ru

Аннотация. В работе исследован полиморфизм участка D-петли (546 п.н.) митохондриальной ДНК (далее мт-ДНК) стерляди со всего ареала. Показано отсутствие общих гаплотипов у европейской и сибирской стерляди, также отсутствуют общие гаплотипы между обь-иртышской и енисейской популяциями. Четкого разделения по бассейнам рек внутри европейских популяций не наблюдается, однако существование большого количества уникальных гаплотипов, характерных для различных бассейнов дает возможность дифференциации популяций стерляди по ее происхождению.

Ключевые слова: стерлядь, гаплотипическое разнообразие.

Среди осетровых рыб, обитающих в водоемах и водотоках России, стерлядь (*Acipenser ruthenus* L., 1758) является наиболее мелким представителем. Это пресноводный вид, совершающий небольшие потамодромные миграции. Ареал стерляди наиболее широк среди всех осетровых: она встречается в крупных реках Азовского, Черноморского, Каспийского, Беломорского и Карского бассейнов (Волосников, 2017). Стерлядь широко распространена в аквакультуре, в условиях которой удается успешно проводить получение половых продуктов. Благодаря этому, на осетровых рыбозаводах (далее ОРЗ) ежегодно проводятся мероприятия по получению молоди для дальнейшего ее выпуска во внутренние водоемы России. Такие восстановительные мероприятия позволяют искусственно поддерживать численность природных популяций стерляди.

Однако для сохранения генетического разнообразия восстанавливаемых популяций стерляди необходимо проводить молекулярно-генетические исследования популяционной структуры вида. Подробное изучение генетического разнообразия природных популяций и аквакультурных стад позволяет выявлять специфичные маркеры, характерные для группировок. Контроль принадлежности выпускаемой с ОРЗ молоди к определенным местообитаниям дает возможность сохранить генетическое разнообразие естественной популяции, а также поддержать ее адаптивный потенциал (Ходоревская и др., 2012). Изучение гаплотипического разнообразия стерляди со всего ареала стало целью данной работы. Были поставлены задачи обнаружения уникальных гаплотипов мт-ДНК как для больших кластеров, характерных для морских бассейнов, так и уникальных последовательностей в популяции каждой реки.

В работе была проанализирована выборка из 1200 особей, относящихся к 16 рекам пяти морских бассейнов, включающая полный ареал стерляди. Из небольших фрагментов плавников, отобранных прижизненным способом и зафиксированных в 96% этиловом спирте, произведено выделение ДНК, секвенирование участка D-петли с праймерами DL651 (ATCTTAACATCTTCAGTG) и M13AHR3 (TCACACAGGAAACAG-STATGACATACCATAATGTTTCATCTACC) (Мюге и др., 2008). Выравнивание полученных последовательностей проведено в программе SeqMan Version 12.0. (DNASTAR), построение сети в программе PopART.

В результате анализа выявлено 253 гаплотипа мт-ДНК. Общих гаплотипов между популяциями Европы и Западной Сибири не обнаружено. У европейской стерляди определено 195 последовательностей, у сибирской 58.

Таблица. Характеристика выявленных гаплотипов каждой популяции. Приведено число уникальных последовательностей, которые встречаются только в одной популяции (в скобках процент уникальных от всех гаплотипов популяции), число общих гаплотипов, встречающихся в нескольких популяциях, и число всех гаплотипов популяции.

	Волга	Урал	Кама	Вятка	Ока	Шексна	Молога	Сухона	Сев. Двина	Дон	Дунай	Днепр	Днестр	Обь	Иртыш	Енисей
Уникальные	64 (48)	2 (11)	4 (11)	6 (14)	10 (17)	0	0	1 (10)	0	19 (61)	10 (71)	0	0	9 (69)	14 (77)	31 (100)
Общие	69	17	32	36	48	5	17	9	5	12	4	9	4	4	4	0
Всего	133	19	36	42	58	5	17	10	5	31	14	9	4	13	18	31

Полученные данные по анализу мтДНК позволяют предположить, что расселение стерляди по речным системам Европы имеет древнее Понто-Каспийское происхождение, когда бассейны Черного, Азовского и Каспийского морей имели общую акваторию, так как митохондриальные гаплотипы не имеют четкой кластеризации по бассейновому принципу. Большая доля уникальных гаплотипов, характерных для каждого из бассейнов, сформировалась уже после разделения Понто-Каспия на отдельные водоемы. Общие последовательности, которые являются и наиболее массовыми – наиболее древние, образованные еще в Понто-Каспии и попавшие в два или несколько водных бассейнов. Также на отсутствие четких, обособленных друг от друга кластеров бассейнов морей повлияла транспортировка и расселение рыб между речными системами, связанная с рыбохозяйственной деятельностью человека, такой как выпуск молоди в места естественного нереста с целью поддержания численности природных популяций. Вероятно, такие антропогенные воздействия, проведенные без знания популяционной структуры вида, привели к большому количеству общих гаплотипов между популяциями, принадлежащими к разным бассейнам. Еще одной причиной наличия общих гаплотипов мтДНК между азово-черноморскими и каспийскими особями может объясняться тем, что эти бассейны соединены Волго-Донским каналом, однако в литературе не встречено упоминаний о миграции стерляди между бассейнами по этому каналу, но, вполне возможно, эти миграции могут происходить.

На примере речной системы Волги и рек, впадающих в нее, можем видеть достаточно большое количество общих гаплотипов между ними, что может говорить о том, что жесткой изоляции между популяциями в пределах одной реки нет, и возможен поток генов внутри одного речного бассейна. Возможно, это связано с тем, что стерлядь может мигрировать непосредственно из Волги в Оку и Каму.

В работах (Reinartz et al., 2011; Cvijanovic et al., 2015) было обнаружено 40 гаплотипов мтДНК дунайской стерляди. В нашем исследовании выявлено всего 14 гаплотипов. Не такое обширное гаплотипическое разнообразие объясняется меньшим объемом выборки, использованным в нашей работе, а также тем, что исследованные нами рыбы были собраны только в предустьевой части этой одной из самых протяженных европейской реки.

Азовская стерлядь, представленная стерлядью из реки Дон, также имеет несколько общих гаплотипов с каспийским и черноморским бассейном, но, в основном, данной популяции свойственны свои уникальные гаплотипы, по которым можно ее дифференцировать.

В литературе упоминается появление стерляди в Северной Двине благодаря деятельности человека (в начале XIX века) – миграции по построенному в то время Северному Екатерининскому каналу из волжского бассейна (Катаева, 2006). Эта миграция подтверждается тем, что практически все гаплотипы, найденные в бассейне Северной Двины, также нами отмечены в Волге и ее притоках. Только один из гаплотипов, широко встречающийся в популяции Северной Двины и ее притока реки Сухоны, не встречается у

волжской стерляди, что говорит о возможном накоплении мутаций, характерных для стерляди Беломорского бассейна, произошедшем за последние 200 лет. Проведенный анализ подтверждает данные об интродукции в бассейн Белого моря волжской стерляди. При сравнении различных водных бассейнов, в которых обитает стерлядь, выявлено минимальное гаплотипическое разнообразие именно для стерляди из беломорского бассейна, максимальное – из Волго-Каспийского бассейна. Вероятно, это связано с тем, что инвазия вида в реки беломорского бассейна происходила небольшим числом рыб, т.е. имел место так называемый «эффект основателя», по которому можно определять происхождение выборки стерляди для различных практических нужд.

У рыб Карского бассейна обнаружена четкая дифференциация: особи обь-иртышского происхождения не имеют общих последовательностей с енисейскими. При этом, у обских и иртышских рыб число общих последовательностей – 4, что составляет 13% от общего числа гаплотипов бассейна. Стерлядь сибирского происхождения гораздо моложе европейской. Вероятно, вселение европейской стерляди в бассейны сибирских рек произошло тогда же, когда и другие понто-каспийские виды проникли на территорию Сибири (например, такие пары видов как нельма и белорыбица). Вселение стерляди в Сибирь ограничено бассейном Карского моря (Обь-Иртыш и Енисей), восточнее, в реки Лена, Индигирка и Колыма стерлядь не проникла. Это отличает стерлядь от сибирского осетра, который распространился во все крупные реки арктического бассейна: от Оби до Колымы. Вселение стерляди было немногочисленным, в сибирские реки попало всего несколько неродственных гаплотипов мтДНК, характерных для Понто-Каспийского бассейна, из которых за несколько миллионов лет образовались гаплотипы, характерные для сибирской стерляди из р. Обь и р. Енисей. Причем, в каждой из этих рек, накопление мутаций шло обособленно, и эти популяции с момента основания уже не смешивались между собой, так как ни одного общего гаплотипа между ними не было обнаружено. Полученные данные подтверждают результаты Pobedintseva (2019), где также показана изоляция енисейской и обь-иртышских популяций.

Список литературы

Волосников Г.И. 2017. Обзор данных по биологии стерляди *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758) // Вестник Астраханского государственного технического университета. (64) (2017): 67-72.

Мюге Н.С., Барминцева А.Е., Расторгуев С.М., Мюге В.Н., Барминцев В.А. 2008. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов // Генетика 44: 1–7.

Катаева И.В. Ловля популярных видов рыб // М.: Аквариум-Принт. 2006. 128 с.

Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Жилкин А.А. 2012. Современное состояние запасов осетровых каспийского бассейна и меры по их сохранению // Астрахань: Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 1:

Cvijanovic G., Adnadjevic T., Lenhardt M., Marić S. 2015. New data on sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) genetic diversity in the middle and lower Danube sections, based on mitochondrial DNA analyses // Genetika 47 (3): 1051-1062.

Pobedintseva M.A. et al. 2019. Population genetic structure and phylogeography of sterlet (*Acipenser ruthenus*, Acipenseridae) in the Ob and Yenisei river basins // Mitochondrial DNA Part A 30 (1): 156-164.

Reinartz R., Lippold S., Lieckfeldt D., Ludwig A. 2011. Population genetic analyses of *Acipenser ruthenus* as a prerequisite for the conservation of the uppermost Danube population // Journal of Applied Ichthyology 27 (2): 477-483.

Секция

**Бентос, планктон, промысловые
беспозвоночные и водоросли**

Зообентос крупных озер Омской области

Т.А. Балацкая^{1,2} Л.С. Визер², П.С. Балацкий², Е.В. Пищенко¹

¹Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Новосибирск

²Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты гидробиологических исследований в вегетационный период 2020 г. Изучены качественные и количественные показатели зообентоса, как кормового ресурса озер Ик и Салтаим-Тенис. В оз. Ик было зарегистрировано 7 таксонов зообентоса оз. Салтаим-Тенис отмечено 9 таксонов. Общими для озер являлись виды, характерные для мезо- и эвтрофных водоемов *Ch. gr. plumosus*, *C. defectus*, *E. carbonaria*, *G. glaucus*, *P. choreus*, *P. ferrugineus*, *C. salinarius*. Среднесезонная численность зообентоса оз. Ик достигала – 747 ± 47 экз./м², в оз. Салтаим-Тенис – $67 \pm 4,6$ экз./м². Биомасса зообентоса оз. Ик характеризовалась высокими показателями весь сезон и в среднем составила – $25,9 \pm 4,21$ г/м², в оз. Салтаим-Тенис в среднем – $2,62 \pm 0,2$ г/м².

Ключевые слова: зообентос, озеро Ик, озеро Салтаим-Тенис, численность, биомасса, кормность, трофический статус, макрозообентос.

По данным А.А. Gebruk (2019) сообщества макрозообентоса выполняют важные функции во всех водных экосистемах, в том числе формируя местообитания и пищевые ресурсы для рыб. На территории Омской области расположено несколько тысяч озер. Самыми крупными являются Ик и Салтаим-Тенис. Они соединены реками и протоками, которые образуют единую озерную систему. Площадь водного зеркала озера Ик составляет 7,1 тыс. га, длина – 12,1 км, ширина – 8 км, длина береговой линии – 33 км. Средняя глубина озера – 3,5 м, максимальная – 4,5 м, дно озера ровное. Донные отложения в центральной части представлены в основном глинистым илом, в прибрежной – песчано-илистыми грунтами. Озеро Салтаим-Тенис (22,9 тыс. га) состоит из двух плесов площадью 12,3 тыс. га (Салтаим) и 10,6 тыс. га (Тенис), которые соединяются между собой короткой протокой шириной до 2000 м. Средние глубины составляли 2,7 м, максимальные – 4 м основной биотоп озера – ил с песком (Балацкая, 2022).

Цель исследований – изучить качественные и количественные показатели зообентоса озер Ик и Салтаим-Тенис в вегетационный период 2020 г. Оценить экологическое состояние озер по количественным показателям донных макробеспозвоночных.

Материал, используемый в данной работе, был собран в результате исследований, проведенных с мая по сентябрь 2020 г. на озерах Ик и Салтаим-Тенис одновременно.

По результатам проведенных исследований в оз. Ик наблюдали невысокое видовое разнообразие зообентоса. Зообентос был представлен личинками семейства Chironomidae – 6 видов, и личинками мокрецов сем. Ceratorogonidae – 1.

В зообентосе оз. Салтаим-Тенис были обнаружены: малощетинковые черви (Oligochaeta), круглые черви (Nematoda), семейство Chironomidae (6 видов) и Ceratorogonidae (1 вид).

Расчет коэффициента видового сходства зообентоса озер показал полное соответствие видовых составов и составил 0,8. Общими для озер являлись виды, характерные для мезо- и эвтрофных водоемов, *Ch. gr. plumosus*, *C. defectus*, *E. carbonaria*, *G. glaucus*, *P. choreus*, *P. ferrugineus*, *C. salinarius*.

Среднесезонная численность зообентоса оз. Ик достигала – 747 ± 47 экз./м², при этом 97,3 % зообентоса составили личинки Chironomidae. Во все сезоны доминировал вид *Ch. gr. plumosus*, с долей 92,9 % от среднесезонной.

Среднесезонная численность зообентоса оз. Салтаим-Тенис составила $67 \pm 4,6$ экз./м², что, в 11 раз меньше, чем в оз.Ик. Основная доля численности зообентоса принадлежала личинкам Chironomidae (31,3 % от среднесезонной). Во все сезоны доминировал вид *Ch. gr. plumosus* (72 % от среднесезонной).

Биомасса зообентоса оз. Ик характеризовалась высокими показателями весь сезон и в среднем достигала – $25,9 \pm 4,21$ г/м². Доминировали личинки сем. Chironomidae, с долей 96,5 % от общей биомассы. Среди личинок хирономид доминировал вид *Ch. gr. plumosus* (98,6 %).

Биомасса зообентоса оз. Салтаим-Тенис характеризовалась низкими значениями в течение всего вегетационного периода и была в 9,8 раз меньше по сравнению с оз. Ик. Наибольший вклад в биомассу зообентоса, как и по численности, вносили личинки сем. Chironomidae (99 %), доля круглых и малощетинковых червей значительно ниже. Доминировал вид *Ch. gr. plumosus* – 80 % от общей биомассы.

По средним летним показателям биомассы зообентоса оз. Ик, оценивается как весьма высококормный водоем (Пидгайко,1968). По трофическому статусу (Китаев,2007), к β-эвтрофному типу высоко класса продуктивности.

Оз. Салтаим-Тенис, по летним показателям биомассы зообентоса, относится к средnekормным водоемам, по трофическому статусу принадлежит к водоемам α-мезотрофного типа, т.е. умеренного класса продуктивности.

Список литературы

Балацкая Т.А., Визер Л.С., Балацкий П.С., Пищенко Е. В. 2022. Макрозообентос крупных озер Омской области. Рыбоводство и рыбное хозяйство 16(8(199)): 510-522. DOI 10.33920/sel-09-2208-02.

Китаев С.П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 394 с.

Матвеева Е.П., Цапенков А.В. 2016. Состояние бентосного сообщества на озерах Омской области. Современное состояние водных биоресурсов: материалы 4-й междунар. конф. – Новосибирск, с. 20–23.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. 1982. Зообентос и его продукция. Л.: АН СССР ЗИН, 33с.

Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И. и др. 1968. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР. Л.: Известия ГосНИОРХ. Т. 67. С. 205–228.

Gebruk A.A., Borisova P.B., Glebola M.A. [et.al.] 2019. Macrozoobenthos of the shallow waters of Pechora Bay (Se Barents Sea). Nature Conservation Research 4: 1–11.

Jaccard P. 1901. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines. Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur, 37: 241–272.

Современное состояние ресурсов двустворчатого моллюска мерценарии Стивенса *Mercenaria stimpsoni* (Gould, 1861) у берегов Приморья (Японское море)

Р.В. Власенко

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
E-mail: rv_vlasenko@mail.ru

Аннотация. В работе описано пространственное распределение поселений двустворчатого моллюска мерценарии Стивенса у берегов Приморья, приведены их характеристики (площади, обилие моллюсков, размерный состав, запасы).

Ключевые слова: мерценария Стивенса, Японское море, побережье Приморья, распределение, размерный состав, запасы.

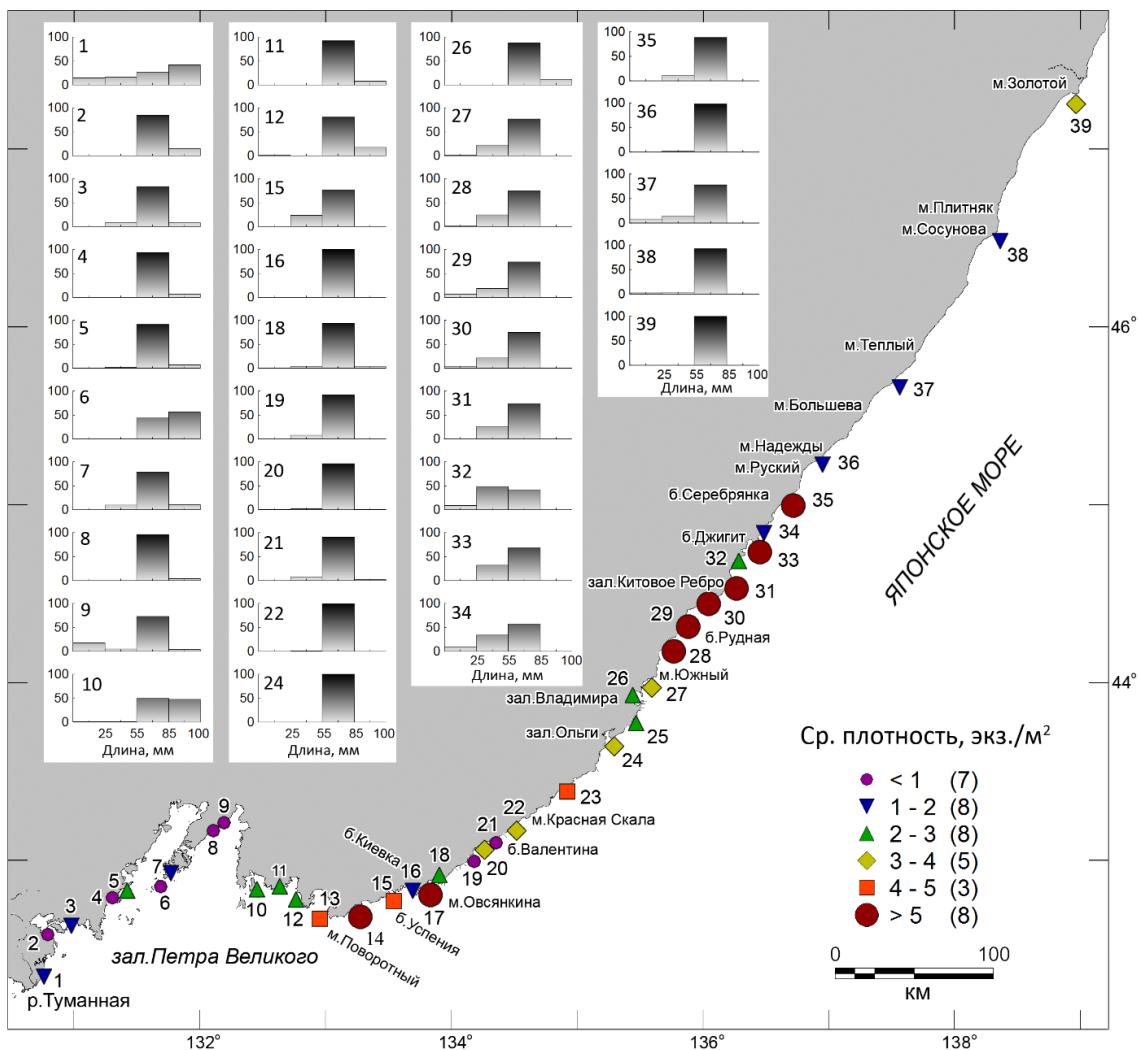
Мерценария Стивенса *Mercenaria stimpsoni* – тихоокеанский приазиатский низкобореальный вид, обитает в верхней сублиторали на глубине до 45 м, селятся на песчаном, илесто-песчаном, гравийном и мелкогалечном грунтах, обычно закапываясь в их самые поверхностные слои. Первые данные об обилии моллюсков на отдельных участках акваторий Приморья без общей картины их распределения показаны Разиным в 1934 г. Бирюлина в 1972 г. описала состояние ресурсной базы моллюсков на акваториях зал. Петра Великого. В последующие годы удалось детально изучить прибрежные акватории, и представить общую картину распределения запасов вида (Седова и др. 2007; Власенко и др. 2013; Власенко, 2015). Исследования продолжились, получены новые данные, произведен мониторинг отдельных поселений.

Цель настоящей работы описать пространственное распределение и состояние запасов мерценарии Стивенса в прибрежных водах Приморского края.

Работа основана на данных водолазных гидробиологических исследований прибрежных акваторий Приморского края, выполненных в летне-осенние периоды 2002–2021 гг. – информация с более 21 тыс. станций, выполненных преимущественно на глубине до 20 м. Водолазные исследования проводили по стандартной методике. Расчет общей биомассы моллюсков осуществляли методом диаграмм Вороного (полигоны Тиссена).

Мерценарии формирует скопления в прибойных намывных и размывных песчаных бухтах, особенно массово моллюски встречаются у протяженных прибойных берегов разного типа. Обитают также и в защищенно-заиляемых бухтах, но лишь у мысов. Определено 39 поселений мерценарии у берегов Приморья (13 в зал. Петра Великого, 26 от м. Поворотный до м. Золотой). В заливе мерценария встречается на глубине 1,5–15,0 м, по усредненным данным наибольшее обилие моллюсков (до 1,5 экз./м² и 198,9 г/м²) отмечено в диапазоне 6,0–10,0 м. От м. Поворотный до м. Золотой мерценария встречается в более широком глубинном диапазоне – от 1,5 до 20 м, с наибольшим обилием (до 6,6 экз./м² и 457,5 г/м²) от 16 до 20 м.

Различия в батиметрическом распределении связаны с орографией побережий. В закрытых бухтах и заливах часто в связи со значительным выносом и оседанием терригенных материалов происходит заиление грунтов, обычно на глубине более 10 м, что препятствует распределению мерценарии в эти места. Такая картина свойственна наибольшей части участков зал. Петра Великого, также акваториям к северу до б. Киевка и некоторым заливам и бухтам северного Приморья. В районах, открытых волновому воздействию, с узкой материковой отмелью, часто резким подводным береговым склоном диапазон обитания моллюсков смещается на большие глубины. Такими районами изобилует северное Приморье.



Границы поселений моллюсков, их запасы (тонн) и год исследования:

- | | |
|--|---|
| 1 устье реки Туманная –
гора Голубиный Утес – 830 т (2007 г.) | 20 мыс Красный – мыс Титова – 1005 т (2011 г.) |
| 2 бух. Рейд Паллада – 26 т (2016 г.) | 21 бух. Валентина – 102 т (2011 г.) |
| 3 зал. Китовый – 206 т (2003 г.) | 22 мыс Орлова – мыс Красная Скала – 2873 т (2011 г.) |
| 4 бух. Бойсмана – 131 т (2014 г.) | 23 бух. Красная Скала – бух. Маневского – 946 т (2004 г.) |
| 5 бух. Баклан – 462 т (2016 г.) | 24 залив Ольги – 733 т (2005 г.) |
| 6 бух. Восточная – 16 т (2015 г.) | 25 мыс Скалистый – мыс Четырех Скал – 597 т (2006 г.) |
| 7 бух. Пограничная – 89 т (2010 г.) | 26 залив Владимира – 64 т (2009 г.) |
| 8 бух. Лазурная – 28 т (2014 г.) | 27 мыс Балюзек – мыс Южный – 1481 т (2010 г.) |
| 9 бух. Лазурная – мыс Вилкова – 123 т (2018 г.) | 28 бух. Нерпа – мыс Черная Скала – 4146 т (2013 г.) |
| 10 остров Путятина – 119 т (2003 г.) | 29 бух. Рудная – 304 т (2013 г.) |
| 11 бух. Рифовая – 158 т (2010 г.) | 30 бух. Лидовка – мыс Грозный – 2282 т (2014 г.) |
| 12 мыс Козина – мыс Попова – 267 т (2013 г.) | 31 залив Китовое Ребро – 1129 т (2014 г.) |
| 13 мыс Козьмина – мыс Поворотный – 29 т (2002 г.) | 32 бух. Озера – залив Пластун – 56 т (2014 г.) |
| 14 мыс Поворотный – мыс Якимова – 809 т (2012 г.) | 33 бух. Джигит – 584 т (2016 г.) |
| 15 бух. Успения – 429 т (2012 г.) | 34 бух. Инокова – 133 т (2008 г.) |
| 16 бух. Киевка – 155 т (2016 г.) | 35 бух. Серебрянка – 386 т (2009 г.) |
| 17 остров Петрова – остров Бельцова – 134 т (2004 г.) | 36 мыс Русский – мыс Надежды – 1552 т (2009 г.) |
| 18 бух. Соколовская (сев-вост) – 391 т (2020 г.) | 37 мыс Большева – мыс Теплый – 2257 т (2010 г.) |
| 19 бух. Кит – 22 т (2004 г.) | 38 мыс Сосунова – мыс Плитняк – 477 т (2012 г.) |
| | 39 мыс Золотой – 585 т (2013 г.) |

Рисунок. Поселения мерцанарии у берегов Приморья, размерный состав моллюсков и их общая биомасса

Для поселений зал. Петра Великого характерны небольшие площади (пределы 8-603 га, суммарная – 1534 га). Обычно невысокое обилие (пределы 0,3-4,0 экз./м² при 54,1-386,5 г/м², в среднем – 1,6 экз./м² и 227,5 г/м²) и запасы (пределы 16-830 т, суммарный – 2485 т).

На участке м. Поворотный – м. Золотой мерцанария встречается наиболее массово (обилие в пределах 0,2-7,6 экз./м² при 18,9-543,1 г/м², в среднем – 3,5 экз./м² и 275 г/м²),

вдоль протяженных прибойных берегов моллюски формируют обширные поселения (пределы 24,6-1452 га, суммарная – 8786 га), для ряда которых оценены высокие запасы (пределы 22-4146 т, суммарный – 23631 т).

В работе рассматриваются размерные составы 34 из 39 поселений (Рисунок). Для сравнения частотное распределение моллюсков по длине раковины преобразовали на 4 класса. Первый составляют молодые мелкогабаритные моллюски – 0-24 мм, второй от 25 до 54 мм – не крупные особи непромыслового размера (промысловая мера 55 мм и более). Третий – особи промыслового размера – 55-84 мм, четвертый – наиболее крупные моллюски с размерами 85-100 мм.

В зал. Петра Великого поселения мерценарии сформированы преимущественно крупноразмерными промысловыми моллюсками. Во всех поселениях присутствуют особи самого крупного 4-го размерного класса, а в отдельных поселениях его доля значительная (более 40%). Доли непромысловых частей в поселениях залива за редким исключением обычно не велики (менее 10%) или отсутствуют. Средняя масса особи в поселениях изменялась от 91 до 205 г, в среднем равна 145,2 г.

От м. Поворотный до м. Золотой большинство поселений сформированы особями промыслового размера. Моллюски самого крупного 4-го размерного класса отмечены в незначительном числе поселений. В большинстве поселений доля непромысловых особей достаточно высока – до 20% и более. Не редко встречались моллюски с наименьшего размерного класса, их доли не высоки – менее 10%. Средняя масса особи в поселениях варьирует от 40 до 133,2 г, в среднем равна 90,7 г.

Ресурсы мерценарии у берегов Приморского края являются суммой запасов всех поселений вида. Так суммарный общий и промысловый запас моллюсков в зал. Петра Великого составил около 2485 и 2188 т соответственно. Суммарная площадь поселений составила 1534 га. На участке м. Поворотный – м. Золотой суммарный общий и промысловый запас мерценарии оценен в 23631 и 19975 т соответственно. Занимаемая поселениями площадь – 8786 га.

Таким образом, общий разведанный запас мерценарии у берегов Приморского края оценен в 26116 т, промысловый – 22163 т. Ресурсы распределены на площади 10320 га. Основной ресурсный потенциал вида сосредоточен северо-восточнее м. Поворотный, здесь находятся 90% запаса вида и 85% от занимаемых им площадей.

Ежегодный вылов мерценарии с 2010 г. изменялся от 190 до 430 т, в среднем составил – 315 т. Моллюски продаются на рынки азиатских стран в живом виде.

Проводимые мониторинги поселений мерценарии указывают на высокое постоянство их мест локализации, батиметрического распределения и размерного состава моллюсков. Учитывая проведенные наблюдения и биологию вида (длительный жизненный цикл, медленный рост) следует ожидать высокую устойчивость состояния запасов, сохранения пригодности к промыслу в течении многих лет.

Список литературы

Бирюлина М.Г. 1975. Запасы спизулы *Spisula sachalinensis* (Schrenk) и некоторых сопутствующих ей видов в заливе Петра Великого. Труды Тихоокеанского океанологического института Т. 9: 88–101.

Власенко Р.В., Репина Е.М., Седова Л.Г., Соколенко Д.А. 2013. Состояние поселений промысловых двустворчатых моллюсков в прибрежье Приморского края (Японское море). Международная научная конференция «Экология окраинных морей и их бассейнов». Владивосток, ДВФУ, 352–358.

Власенко Р.В. 2015. Распределение и ресурсы двустворчатого моллюска мерценарии Стимпсона *Mercenaria stimpsoni* в прибрежных водах Приморья. Известия ТИНРО 181: 77–88.

Разин А.И. 1934. Морские промысловые моллюски южного Приморья: монография. – М. ОГИЗ; Хабаровск: ДАЛЬГИЗ, 110 с.

Седова Л.Г., Соколенко Д.А., Борисовец Е.Э., Афейчук Л.С., Братищев В.С. 2007. Ресурсы промысловых двустворчатых моллюсков в заливе Петра Великого. Известия ТИНРО 147: 320–334.

Видовой состав ручейников (Trichoptera) в водоеме-охладителе Тюменской ТЭЦ – 1

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

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

²Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень

E-mail: g.aleksey72@gmail.com

Аннотация. В работе приведены результаты исследований ручейников на преимагинальной стадии развития в водоеме-охладителе Тюменской ТЭЦ-1. Данный водоем подвергается повышенной техногенной нагрузке из-за сброса подогретых вод с ТЭЦ. Проанализировано более 280 проб зооперифитона и зообентоса, отобранных как на лентических, так и на лотических участках водоема. Был обнаружен вид, отмеченный для Тюменской области впервые (*Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842)). Определены лимитирующие значения температуры воды, при которых личинки ручейников не встречаются вовсе.

Ключевые слова: вид, зооперифитон, зообентос, ручейники, водоем-охладитель.

Ручейники – группа насекомых с полным превращением, личиночная стадия которых проходит в разнообразных пресных водоемах. Большинство личинок ручейников развиваются только в чистых водоемах, что делает их биоиндикатором экологических условий водной среды. Многие виды являются растительноядными, но ряд видов относится к хищникам. Личинки живут как в домиках из песчинок, мелких камешков и растительных частиц, так и без домиков – свободно (Лепнева С.Г., 1964; Определитель..., 1977; Определитель..., 2001).

Сведения о видовом составе ручейников искусственных и трансформированных водоемов являются фрагментарными. Целью данной работы было выявление таксономического состава ручейников в зооперифитоне и зообентосе водоема-охладителя (ВО) Тюменской ТЭЦ 1 (оз. Оброчное).

Водоем-охладитель Тюменской ТЭЦ-1 был создан на основе старицы р. Тура (оз. Оброчное). Вода для системы охлаждения забирается из р. Туры, после сброса в водоем-охладитель нагретая вода проходит через большую часть озера и по каналу уходит обратно в реку (Герасимова А.А., Герасимов А.Г., Шарапова Т.А., 2021)

Изучение зооперифитона и зообентоса проводилось с 2016 по 2017 гг., в 2016 г. пробы отбирались на 5 станциях, в 2017. на 7 станциях. Точки отбора отличались температурой воды и скоростью течения. Максимальная температура воды (28°C – 39.4°C) отмечалась на двух станциях с течением ((ст. 1 – 0.13 м/с, ст. 3 (сбросной канал) – 0.72 м/с) и без течения (ст. 2). Зона умеренного подогрева (температура ниже на 4–5 °C) – на двух станциях: на течении (ст. 5 – 0.54 м/с) и без течения (ст. 4). Станция 6 приближена к естественным условиям и играла роль фоновой (без течения, в отдалении от сброса теплоносителя), температура воды была от 2,5°C до 18°C. Станция 7 находится вблизи сброса подогретых вод в реку Туру (Рисунок 1.).

Всего для анализа использовали данные 285 проб, на каждой станции отбирали 3 пробы зообентоса и 3 пробы зооперифитона (кроме 3 и 7, там отбирался только перифитон).

За период исследования в зообентосе и в зооперифитоне было найдено 11 видов ручейников (*Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842), *Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758); *Oecetis ochracea* (Curtis, 1825); *Oecetis lacustris* (Pictet, 1834); *Mystacides longicornis* (Linnaeus, 1758); *Athripsodes* sp., *Hydropsyche ornatula* (McLachlan, 1878); *Brachycentrus subnubilis* (Curtis, 1834); *Orthotrichia tragetti* (Mosely, 1930), *Tricholeiochiton fagesii* (Guinard, 1879), *Limnophilus* sp.) относящиеся к 7 семействам (Лепнева С.Г., 1964; Определитель..., 1977; Определитель..., 2001). Вид *Tricholeiochiton fagesii* был встречен единично и является

редким на юге Тюменской области, *Ecnomus tenellus* был отмечен впервые на территории Тюменской области.

Большая часть ручейников была встречена в перифитоне. Наиболее часто встречаются два вида *N. bimaculata* и *H. ornatula*. Данные виды относятся к реофильному комплексу, в массе были встречены на станциях 1, 3, 5 и 7. Личинки ручейников сем. *Leptoceridae* предпочитают лентические условия, вследствие чего были отмечены на ст. 2 и 4. Вид *M. longicornis* и *O. tragetti* обнаружен только на 6 станции. В бентосе отмечаются единичные экземпляры *N. bimaculata*; *O. ochracea*; *M. longicornis*.



Рисунок. Схема водоема-охладителя Тюменской ТЭЦ-1 и станции отбора проб (стрелками обозначено направление течения).

Исследование ВО показало, что в зонах повышенного подогрева воды, когда температура достигала максимальных значений (выше 39°C), ручейники отсутствовали. Больше видовое разнообразие отмечается в июне, на станциях с температурой воды до 30°C, и осенью (сентябрь-октябрь) когда температура воды была в пределах 10-20°C. При высоких значениях температуры воды (35-38,4°C) были встречены единичные экземпляры *N. bimaculata* и *Leptoceridae jw*. При минимальных температурах воды (октябрь 6-8,5°C) отмечены такие виды как *N. bimaculata*, *H. ornatula*, *Leptoceridae jw*.

В водоеме – охладители Тюменской ТЭЦ-1 ручейники были встречены как в бентосе, так и в перифитоне, всего 11 видов. Доминантами являются *N. bimaculata* и *H. ornatula*. Оптимальная температура воды для роста и развития ручейников в пределах 23-28°C. При температуре воды выше 39°C личинки ручейников погибают.

Работа выполнена при финансировании РФФИ и Тюменской области, проект № 20-44-720008

Список литературы

Герасимова А.А., Герасимов А.Г., Шарапова Т.А. Колониальные беспозвоночные в зооперифитоне водоема-охладителя ТЭЦ-1 (Западная Сибирь) // Биология внутренних вод. 2021. № 3. С. 253-260.

Лепнева С.Г., Фауна СССР. Ручейники. Москва: Наука., Том II, вып.1., 1964. 550 С.

Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 477 С.

Определитель пресноводных беспозвоночных России. Санкт-Петербург: Наука, 2001., 810 С.

Количественные показатели фитопланктона Камского плеса Куйбышевского водохранилища в осенний период 2020 - 2021 гг.

Л.Г. Гречухина, О.С. Любина

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

Аннотация. Проведены исследования фитопланктона на трех разрезах в Камском плесе Куйбышевского водохранилища: у устья р. Вятка, у н.п. Берсут, у н.п. Троицкий Урай в осенний период 2020-2021 гг. Общее таксономическое разнообразие в исследуемом массиве данных составило 213 таксонов, относящихся к семи отделам. Наибольшим количеством видов отличался отдел диатомовых водорослей (39% видовых и внутривидовых таксонов). Максимальные количественные показатели зафиксированы на правобережном участке напротив устья р. Вятка.

Ключевые слова: фитопланктон, таксономический состав, Куйбышевское водохранилище, Камский плес, количественные показатели.

Куйбышевское водохранилище – одно из крупнейших водохранилищ Волжского каскада, образованное в мае 1957 г. Оно условно поделено на восемь плесов: Волжский, Волжско-Камский, Камский, Тетюшский, Ундорский, Ульяновский, Новодевиченский, Приплотинный. Изучение фитопланктона Куйбышевского водохранилища в его русловой части и прибрежных участках началось более 60 лет назад и продолжается по настоящее время многими научными организациями (среди них Институт биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН). ТатарстанНИРО также проводит ежегодный сезонный мониторинг гидробионтов в данном водоеме, входящим в зону своей ответственности. В настоящей работе приведены результаты мониторинга осеннего состояния фитопланктона в Камском плесе. Камский плес — это участок реки Камы между плотиной Нижнекамской ГЭС и устьевым расширением. Этот участок имеет глубины 10-15 м и постоянное, достаточно сильное течение практически на всем своем протяжении (Коновалов и др., 1989).

Сбор материала осуществляли осенью в 2020-2021 гг. на трех разрезах: у устья р. Вятка, у н.п. Берсут, у н.п. Троицкий Урай. Станции отбора проб были расположены на русле и прибрежных участках (левый и правый берег). Всего было отобрано 18 интегральных проб. Пробы объемом 0,5 л отбирали батометром Рутнера и фиксировали раствором Люголя (Мордухай-Болтовской, 1975), затем концентрировали через мембранные фильтры с диаметром пор 5,0 мкм и 1,2 мкм с применением ручного вакуумного насоса. Определение и подсчет водорослей осуществляли в камере Горяева, объемом 0,0009 мл, в одно-трех повторностях с пересчетом содержания водорослей на 1 л воды. Биомассу определяли счетно-объемным методом (Федоров, 1979). В качестве исследованного показателя использовали общее таксономическое разнообразие, частоту встречаемости (P, %), видовое разнообразие, оцененное по индексу Шеннона (HN) (Shannon, 1948; Мордухай-Болтовской, 1975).

В результате проведенных исследований на указанном участке было обнаружено 213 таксонов водорослей рангом ниже рода из семи отделов. По числу видов, разновидностей и форм водорослей наибольшим разнообразием отличался отдел диатомовых и зеленых водорослей, которые составили 39% и 34% от общего видового состава. Затем следовали: криптофитовые (8%), синезеленые (6%), эвгленовые (6%), золотистые (4%) и динофитовые (2%). В состав альгофлоры Камского плеса по частоте встречаемости входили 76 % редких или случайных видов, 14 % – второстепенных и 9 % – основных, из них 7 вида руководящие (*Komma caudata* (L.Geitler) D.R.A.Hill 1991, *Cyclotella* sp., *Spermatozopsis exsultans* Korshikov

1913, *Aulacoseira* sp., *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová in Fott 1969, *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen 1979, *Chlamydomonas globosa* J.W.Snow 1903). Удельное видовое разнообразие фитопланктона (количество видов на станциях) варьировало от 9 до 74, в среднем составило $39,3 \pm 4,1$. Средняя численность – 3394 ± 1515 млн. кл./м³, средняя биомасса – $3,264 \pm 2,095$ г/м³.

В осенний период 2020 г в фитопланктоне исследуемого участка было обнаружено 167 таксонов, относящихся к 7 отделам. По числу видов преобладали диатомовые водоросли – 45% (от общего количества видов), зеленые – 32 % и криптофитовые – 8%, синезеленые – 2%. Среди широко распространенных видов (частота встречаемости 100 %) в этот период были диатомовые водоросли *A. granulata*, *Cyclotella* sp., зеленые водоросли *S. exultans*, *C. globosa*, криптофитовая водоросль *K. caudata*. В этот же период 2021 г в фитопланктоне на указанном участке определено 122 таксона относящихся к 7 отделам. По числу видов преобладали зеленые водоросли – 43 %, диатомовые – 32 %, синезеленые – 9% и криптофитовые – 7 %. Остальные группы составляли менее 5 %. Среди широко распространенных видов (частота встречаемости 100 %) в этот период была криптофитовая водоросль *K. caudata*. В этом году произошло снижение общего количества таксонов по сравнению с 2020 г.

Осенью 2020 г. удельное видовое разнообразие варьировало от 15 до 74, в среднем составляло $42 \pm 5,8$. Наибольшее количество видов было отмечено у правого берега на разрезе у устья р. Вятка, а наименьшее – на станции левый берег на разрезе у устья р. Вятка. В целом наиболее разнообразными по количеству встреченных таксонов были диатомовые, зеленые и криптофитовые водоросли. Их доли на станциях в среднем составляли 48, 29 и 14 % видового состава соответственно. В этот же сезон 2021 г удельное видовое разнообразие фитопланктона варьировало от 9 (у устья р. Вятка, левый берег) до 62 (у н.п. Берсут, русло), в среднем составило $36 \pm 5,8$. В целом наиболее разнообразными по количеству встреченных таксонов были диатомовые, зеленые, криптофитовые и синезеленые водоросли. Их доли на станциях в среднем составляли 38,38, 10 и 9 % видового состава соответственно.

В осенний период 2020 г. численность фитопланктона изменялась от 711 до 12400 млн.кл./м³, в среднем – 2748 ± 1237 млн.кл./м³. Наименьшая численность фитопланктонных организмов наблюдалась на разрезе у устья р. Вятка на левом берегу, а наибольшая – на правом берегу на этом же разрезе. Осенью 2021 г. численность фитопланктона изменялась от 693 до 26800 млн.кл./м³, в среднем – 4040 ± 2848 млн.кл./м³. Наименьшая численность фитопланктонных организмов наблюдалась на разрезе у устья р. Вятка в русловой части, а наибольшая – на правом берегу на этом же разрезе.

Осенью 2020 г биомасса фитопланктона в районе исследования колебалась от 0,112 г/м³ (у левого берега на разрезе у устья р. Вятка) до 10,732 г/м³ (на правом берегу на разрезе у устья р. Вятка), в среднем составляла $1,85 \pm 1,12$ г/м³. В этот же сезон 2021 г биомасса фитопланктона в районе исследования колебалась от 0,098 г/м³ (у левого берега на разрезе у устья р. Вятка) до 37,536 г/м³ (на правом берегу на разрезе у устья р. Вятка), в среднем составляла $4,67 \pm 4,11$ г/м³.

Таким образом проведенные исследования показали, что фитопланктонные сообщества в Камском плесе Куйбышевского водохранилища в осенний период 2020-2021 гг. обладали большим таксономическим разнообразием (213 таксона). Среди широко распространенных видов (частота встречаемости 100 %) была криптофитовая водоросль *K. Caudata*. В 2021 году средние количественные показатели фитопланктона в Камском плесе увеличились по сравнению с 2020 г. Так средняя биомасса увеличилась в 2,5 раза, а численность – в 1,5 раза. В 2020 – 2021 гг. правобережная станция у устья р. Вятка имели максимальные показатели численности и биомассы. А минимальные – на левом берегу этого же разреза. Информационный индекс Шеннона, рассчитанный по численности организмов в среднем, составил $2,35 \pm 0,13$ бит/экз., что соответствует умеренному уровню структурного разнообразия в осенний период.

Список литературы

- Мордухай-Болтовской Ф.Д. 1975. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 240 с.
- Федоров В.Д. 1979. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Моск. ун-т., 168 с.
- Коновалов С.М., Паутова В.Н. 1989. Экология фитопланктона Куйбышевского водохранилища. Л.: Наука, 304 с.
- Shannon C. E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27(3): 379–423.

Состояние фитопланктона озёр Галичское и Чухломское (Костромская обл.) за период 2012–2022 гг.

Д.А. Журова^{1,2}, Е.Л. Воденеева¹

¹ФГАОУ ВО «ННГУ им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород

²Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НижегородНИРО»), г. Нижний Новгород

E-mail: ruthheatherale@gmail.com

Аннотация. В данной работе приведены материалы исследования альгоценозов крупнейших озёр Костромской области за весенне-летний сезон 2012-2022 гг. Установлено экологическое состояние водоёмов на основе показателей количественного развития фитопланктона, а также выявлен полидоминантный комплекс видов.

Ключевые слова: фитопланктон, озеро Галичское, озеро Чухломское, эвтрофность, биомасса, численность

Озёра Чухломское и Галичское – крупнейшие озёра Костромской области, которые с давних времён служат местами рыбного промысла. Малая глубина озёр обуславливает благоприятные условия для рыб в летний сезон: хорошая прогреваемость без выраженной температурной стратификации, мощный слой сапропеля, развитая полоса прибрежно-водных растений и обилие планктонных организмов. Но при этом в зимнее время часто происходят заморы рыб в связи с промерзанием некоторых участков озёр и гниением обилия органических остатков.

Озеро Галичское имеет ледниково-тектоническое происхождение, расположено в низменной равнине на месте тектонического понижения. Форма водоёма вытянутая овальная, вытянутой формы, берега плоские и заболоченные. Озеро отличается слабой проточностью и мелководностью – средняя глубина составляет 1,3 м, максимальная глубина не превышает 4,5 м при площади поверхности 75,4 км². В озеро впадают реки Средняя с востока и Челсма с юга, а также более мелкие реки и ручьи, в основном же питание осуществляется за счёт грунтовых вод. Из озера берет начало правый приток р.Костромы р.Вёкса. (Минин и др., 2021)

Второе по величине в регионе – озеро Чухломское – располагается в северной части региона. Оно имеет ледниковое происхождение и, как и оз. Галичское, отличается малой глубиной до 5 м. Площадь зеркальной поверхности – 48,7 км². В водоём впадает 17 рек (наиболее крупные – р. Соня, р. Святица, р. Яхромша), большая часть из которых протекает по болотам, а вытекает р. Вёкса, ещё один приток р. Костромы.

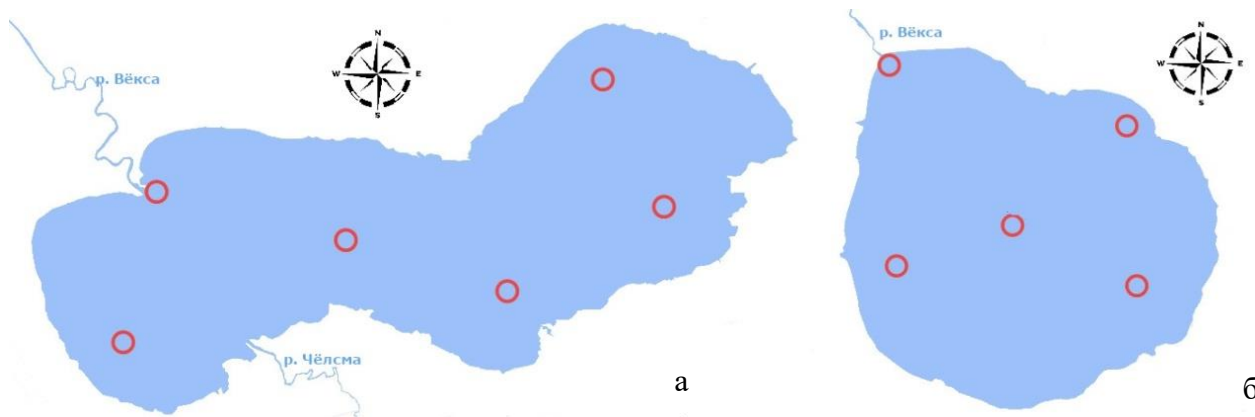


Рисунок 1. Сетка станций отбора проб фитопланктона в озёрах Галичское (а) и Чухломское (б).

Материалом данной работы послужили пробы фитопланктона за период 2012–2022 гг. Отбор проб фитопланктона проводился в конце весеннего и начале летнего сезона с поверхностного горизонта озёр на установленных станциях (Рис.1).

Полученные пробы объёмом 0,5 л фиксировались в соотношении 1:5 смесью раствора формальдегида и раствора йода с йодидом калия, а затем концентрировался в лабораторных условиях фильтрационным методом с использованием мелкопористых (диаметр пор 1,5–3 мкм) мембранных фильтров МФАС-СПА компании «Владипор» до объема 5 мл. Обработка альгологического материала проводилась при помощи световой микроскопии при 1000-кратном увеличении на масляной иммерсии (световой микроскоп Микмед-6). Для идентификации видового состава фитопланктона использовались атласы-определители и руководства: «Определитель пресноводных водорослей СССР» (Забелина и др., 1951; Голлербах и др., 1953; Киселёв, 1954; Матвиенко, 1954; Попова, 1955; Дедусенко-Щёголева и др., 1959; Дедусенко-Щёголева, Голлербах, 1962; Паламарь-Мордвинцева, 1982) в 14 томах, определителей водорослей Украины (Царенко, 1990), определители диатомовых водорослей (Чудаев и др., 2016; Куликовский и др., 2016). Количественный учёт фитопланктона проводился с помощью счётной камеры Нажотта объёмом 0,01 мл. К доминирующим относили те виды, чья численность или биомасса составляла 10% и более от общих значений (Охалкин, 1997). Биомасса фитопланктона вычислялась традиционным счетно-объёмным методом, при котором объёмы счетной единицы – клетки – соотносились с объёмами геометрических фигур. (Методика..., 1975). Трофический статус водоёмов определялся согласно классификации И.С. Трифионовой по величине биомассы фитопланктона: биомасса < 1 г/м³ – олиготрофный тип водоёма; 1-5 г/м³ – мезотрофный; 5-10 г/м³ – эвтрофный; > 10 г/м³ – высокоэвтрофный (Трифенова, 1990).

Альгофлора Галичского озера за период исследования включает в себя 208 таксонов рангом ниже рода из 10 отделов. Количественное развитие фитопланктона характеризуется высокими значениями, основу альгоценоза по численности (до 95%) составляли нитчатые цианобактерии, по биомассе доминантами выступали представители синезеленых водорослей (*Aphanizomenon elenkinii* Kissel., *A. issatschenkoi* Usachev, *A. flos-aquae* (L.) Ralfs., *Limnothrix planctonica* (Wolosz.) Meff.), диатомовых (*Aulacosira granulata* (Ehr.) Sim., *A. ambigua* (Grun.) Sim.) и зеленых (виды рода *Pediastrum*). Трофический статус водоёма на протяжении всего периода исследования оценивается как эвтрофный и гиперэвтрофный. Согласно значениям индекса сапробности, рассчитанного на основе показателей количественного развития водорослей (рис. 2а), экологическое состояние озера соответствует β-мезосапробному типу (III класс качества).

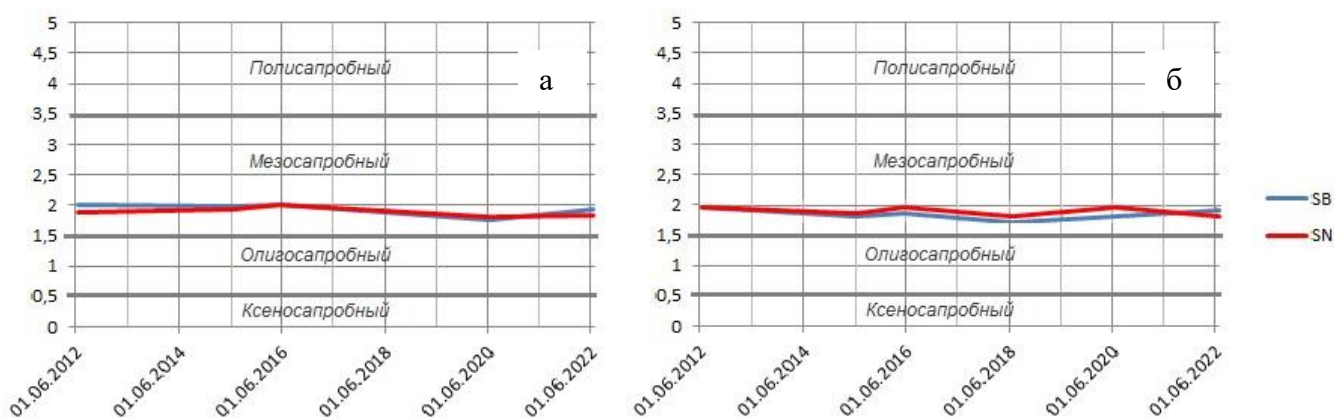


Рисунок 2. Динамика значений индекса сапробности, рассчитанного по биомассе (S_B) и по численности (S_N) фитопланктона. а – оз. Галичское, б – оз. Чухломское.

В фитопланктоне оз. Чухломское обнаружено 203 таксона рангом ниже рода из 9 отделов. Для водоёма характерен высокий уровень развития водорослей, преимущественно, нитчатых гетероцитных и безгетероцитных цианобактерий (*Aphanizomenon elenkinii* Kissel., *A. issatschenkoi* Usachev, *A. flos-aquae* (L.) Ralfs., *Anabaena lemmermannii* P. Richt., *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Komarkova-Legnerova et Cronb., *Planktolyngbya contorta* (Lemm.) Anagn. et Kom.), которые в течение всего периода исследования господствовали в количественном отношении и составляли до 98% общей численности. Наибольший вклад в биомассу вносили представители зеленых (*Pediastrum boryanum* (Trup.) Menegh., *P. tetras* (Ehr.) Ralfs, *P. duplex* Meyen) и диатомовых (*Aulacosira ambigua* (Grun.) Sim., *Nitzschia* sp.). Водоём можно отнести к эвтрофному и гиперэвтрофному типу с точки зрения трофического статуса. Воды озера характеризуются умеренным загрязнением (β -мезосапробный тип, III класс качества) (Рис.2б).

В течение вегетационного периода в водоёмах ежегодно наблюдается массовое развитие синезеленых водорослей, а также наблюдается тенденция к заболачиванию, обмелению и зарастанию озёр на фоне возрастающей антропогенной нагрузки на водоёмы.

Список литературы

Белякова Р.Н., Волошко Л.Н., Гаврилова О.В. 2006. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-запада России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 367 с.

Китаев С.П. 1984. Экологические основы биопродуктивности озёр разных природных зон. М., 207 с.

Куликовский М.С., Глущенко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В. 2016. Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль: Филигрань, 804 с.

Минин А.Е., Катаев Р.К., Логинов В.В., Минина Л.М., Воденеева Е.Л., Лаврова Т.В., Фролова Е.А., Кривдина Т.В. 2021. Современная гидроморфологическая, гидробиологическая характеристика и состояние рыбного населения озёр Галичское и Чухломское Костромской области. Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, вып. 94(97): 105–131.

Трифонов И.С. 1990. Экология и сукцессия озёрного фитопланктона. Л., 184 с.

Чудаев Д.А., Гололобова М.А. 2016. Диатомовые водоросли озера Глубокого (Московская обл.). Москва: Товарищество научных изданий КМК, 447 с.

Царенко П.М. 1990. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев: Наук. думка, 208 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. 1975. Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовский. М.: Наука, 239 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР Вып. 2. Синезеленые водоросли. М., 1953. 651 с. Вып. 3. Золотистые водоросли. М., 1954. 188 с. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М., 1951. 619 с. Вып. 5. Желтозеленые водоросли. М.; Л., 1962. 272 с. Вып. 6. Пирофитовые водоросли. М., 1954. 212 с. Вып. 7. Эвгленовые водоросли. М., 1955. 281 с. Вып. 8. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые. М.; Л., 1959. 230 с. Вып. 10 (1). Вып. 11 (2). Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые. Л., 1982. 624 с.

Вегетация фитопланктона дельты реки Волги в весенний период

Т.Н. Зимина, А.Г. Ардабьева

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
E-mail: ardabeva202@mail.ru

Аннотация. В работе представлены исследования фитопланктона на участках западных водотоках, Белинского и Карайского банков в весенний период 2019-2022 гг. Дается описание видового разнообразия. Приведены количественные показатели микроводорослей, доминирующий состав и наиболее благоприятные для их развития зоны участка. По качественному разнообразию фитопланктона преобладал Белинский банк. Максимальные количественные показатели фитоценоза наблюдались в районе Карайского банка. В фитопланктоне доминировали мелкоклеточные виды, что должно благоприятно отразиться на дальнейших звеньях пищевой цепи

Ключевые слова: фитопланктон, качественное разнообразие, биомасса, численность, доминанты.

Материалом для настоящей работы послужили пробы фитопланктона собранные в весенний период 2019-2022 гг. в районе Белинского (от с. Забузан до т. 12-ая Огневка), Карайского (от истока до устья Карайского банка в 2021, 2022 гг.) банков и западных водотоков (от с. Рассвет до т. 11-ая Огневка). Всего собрано и обработано по общепринятой методике (Усачев, 1961) 35 проб.

Рассмотрим развитие фитопланктона на каждом из участков.

Западные водотоки. Качественный состав весеннего фитопланктона в исследуемом районе изменялся от 51 (2021 г.) до 79 (2020 г.) видов рангом ниже рода. Основу качественного разнообразия составляли диатомовые водоросли (85-90 % общего состава). В состав остальных групп (синезеленые, золотистые и зеленые) входило всего лишь 1 - 7 видов.

Средняя биомасса фитопланктона во все исследуемые годы была примерно одинаковая, лишь только в 2021 г. она была несколько выше. По численности выделялись величины 2020 г., за счет преобладания мелкоклеточных водорослей. Количественные показатели формировали диатомовые водоросли, а среди них преобладали *Aulacoseira granulata*, *Skeletonema subsalsum*, *Nitzschia vermicularis*, *Cymatopleura solea*, виды рода *Stephanodiscus*, *Fragilaria*. В группе синезеленых доминировала *Oscillatoria* sp., зеленых – *Pandorina morum*, *Eudorina* sp.

Наибольшие показатели биомассы по станциям изменялись в многолетнем плане. Так, в 2019 и 2022 гг. максимум наблюдался в районе с. Рассвет, в 2020 г. – 11-ая Огневка, 2021 г. – с. Трудфронт.

Доминирующие виды постанционно оставались постоянными.

Белинский банк. В качественном составе фитопланктона Белинского банка за весь период исследования идентифицировано 95 видов, разновидностей и форм. Доминировали по видовому разнообразию диатомовые водоросли (86-100 % общего состава). Далее по мере значимости располагались зеленые и синезеленые водоросли. Наименьшее число видов фитопланктона (37) зарегистрировано в 2020 г., наибольшее (84) – в 2019 г.

Средние количественные показатели фитоценоза были практически равными. Исключение составил 2020 г., когда наблюдалось интенсивное развитие зеленых водорослей, где преобладала *Mougeotia* sp. На ее долю приходилось 99 % биомассы зеленых водорослей и 95 % общей массы фитопланктона. Биомассу и численность во все годы определяли диатомовые водоросли (*A. granulata*, виды рода *Nitzschia*, *Navicula*).

Наиболее благоприятные условия для развития водорослей складывались в районе 12-ой Огневки (2021, 2022 гг.) и с. Забузан (2019, 2020 гг.).

Доминирующий состав по станциям оставался, практически, без существенных изменений.

Карайский банк. В видовом разнообразии фитопланктона на исследуемой акватории было обнаружено 60 видов рангом ниже рода. Основу флористического состава определяли диатомовые водоросли (80 % общего состава). Синезеленые и зеленые водоросли представлены единичными экземплярами.

Количественные показатели были непостоянными. Биомасса в 2022 г. уменьшилась почти в 2 раза по отношению к величинам 2021 г., а численность, наоборот, увеличилась.

Количественные показатели формировали диатомовые водоросли, в основном, *N. vermicularis*, *N. sublinearis*, *Pleurosigma elongatum*, *Amphora ovalis*. В группе синезеленых водорослей преобладали виды рода *Anabaena*, среди зеленых – виды рода *Schroderia*.

Наибольший качественный состав и биомасса в 2022 г. отмечались в районе слияния Карайского и Старобелинского банков. По численности преобладал фитопланктон в районе слияния Карайского и Нововасильевского банков. В 2021 г. благоприятные условия для вегетации водорослей отмечались в устье Карайского банка.

Доминирующий состав по станциям не менялся.

Таким образом, фитопланктон на водотоках дельты реки Волги на отдельных участках различался видовым разнообразием и количественным развитием водорослей, хотя диатомовый доминирующий комплекс (*A. granulata*, *S. subsalsum*, виды рода *Nitzschia*, *Stephanodiscus*) на всех станциях оставался практически без изменений. Развитие синезеленых и зеленых водорослей проходило, относительно диатомовых, на низком уровне, что характерно для весеннего фитоценоза реки (Попова и др., 2020; Попова и др., 2021; Зиминова и др., 2021). По видовому разнообразию преобладал Белинский банк. Наибольшие количественные показатели отмечались на акватории Карайского банка. Структуру фитопланктонного сообщества формировали мелкоразмерные представители, главным образом из диатомовых, что является положительным моментом в формировании кормовой базы рыб исследуемых участков.

Список литературы

Зиминова Т.Н., Ардабьева А.Г., Котельников А.В. 2021. Видовое разнообразие коренного русла реки Волги 2019-2021 гг. Всерос. междисциплинарн. научная конфер. Астрахань, Изд-во АГТУ. 183-186.

Попова Е.В., Ардабьева А.Г., Николенкова К.В., Блинкова О.В. 2020. Гидробиологические исследования на акватории дельты реки Волги. Материалы II Междун. Научно-практич. конферен. Симферополь. 423-428.

Попова Е.В., Ардабьева А.Г., Никулина Л.В., Блинкова О.В., Зиминова Т.Н., Кострыкина Т.А. 2021. Гидробиологические исследования на акватории коренного русла реки Волги. Материалы IX Всероссийской научно-практической конф. Балашов. 136-141.

Усачев П.И. 1961. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона. Тр. ВГБО. 11: 411-415.

Инвазионные виды зообентоса на территории Вологодской области

К.Н. Ивичева, И.В. Филоненко

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Вологда
E-mail: ksenya.ivicheva@gmail.com

Аннотация. За время исследований зообентоса Вологодской области в период 2009-2022 гг. зафиксировано 3 инвазионных вида донных беспозвоночных. Моллюск *Dreissena polymorpha* появился на территории Вологодской области давно и на сегодняшний день прочно утвердился в донных сообществах. Рачок *Gmelinoidea fasciatus* вселился в водоёмы Вологодской области из Рыбинского водохранилища и за последние 13 лет наблюдается расселение данного вида по территории области. Олигохета *Branchiura sowerbyi* впервые отмечена в Вологодской области в 2021 г. и на сегодняшний день это самая северная находка данного вида.

Ключевые слова: Вологодская область, инвазионные виды, зообентос

На территории Вологодской области расположен водораздел Балтийского, Белого и Каспийского морей. С севера на юг область пересекается Волго-Балтийской водной системой, с запада на восток – Северо-Двинской. Обе системы соединяются в Шекснинском водохранилище. Таким образом, создаются пути для миграции рыб и водных беспозвоночных между бассейнами разных морей. Расселение водных беспозвоночных осуществляется в первую очередь при помощи водного транспорта (с балластными водами и путем прикрепления к подводной части судов). Также возможен перенос беспозвоночных птицами, рыбаками-любителями и при помощи маломерных судов.

Исследование зообентоса Вологодской области осуществляется авторами с 2009 года. За весь период собрано и обработано более 2,5 тысяч проб. Также присутствует визуальный контроль с целью поиска инвазионных видов. Если в Волжских водохранилищах в целом зафиксировано несколько десятков инвазионных видов зообентоса, то для территории Вологодской области на данный момент достоверно зафиксировано 3 вида. В данной работе мы постарались оценить особенности распространения этих видов по территории Вологодской области, проанализировать пути их проникновения и дальнейшего расселения.

Dreissena polymorpha (Pallas, 1771) – двустворчатый моллюск, расселившийся по всей Европе ещё в XIX веке и продолжающий свою экспансию по земному шару и по сей день. Точное время проникновения его на территорию Вологодской области не зафиксировано. Для Шекснинского водохранилища этот вид впервые приводится в списках Т.Д. Слепухиной и О.В. Выголовой в 1974-1977 гг. (Слепухина, Выголова, 1981), хотя исследования зообентоса Шекснинского водохранилища велись с 1955 г. В оз. Кубенском И.И. Николаев (Николаев, 1977) в 1972-1974 гг. отмечал велигеры дрейсен в составе зоопланктона, в то время как у Т.Д. Слепухиной этот вид в списках зообентоса отсутствовал (Слепухина, 1977). На сегодня моллюск отмечается во всех водоёмах Волго-Балтийской водной системы, в оз. Кубенское и в верховьях р. Сухона. В среднем и нижнем течениях р. Сухона она не фиксируется, хотя обитает в р. Северная Двина (Травина и др., 2020). Ни в одном из водоёмов Вологодской области дрейсена не образует больших скоплений на дне, как это отмечено, например, для Волжских водохранилищ. В водоемах Вологодской области субстратом для неё служат оставшиеся после заполнения водохранилищ коряги, заросли высшей водной растительности (камыш, тростник, сусак, хвощ, фонтиналис) и раковины крупных двустворчатых моллюсков. В Рыбинском водохранилище наряду с *D. polymorpha* отмечается *Dreissena bugensis*. Наши активные поиски последней в водоёмах Вологодской области успеха не имели.

Gmelinoides fasciatus (Stebbing, 1899) – байкальский рачок, намеренно интродуцированный в водоёмы в Северо-Запада России с целью улучшения кормовой базы. Впервые вселение двух видов гаммарид (*G. fasciatus* и *Micruropus possolskii*) на территории европейской части России было осуществлено в 1961 г. в Горьковское водохранилище (Июффе, 1965). Работы по вселению продолжались до 1965 г. Из двух видов гаммарид успешно акклиматизировался только *G. fasciatus*. На территории Вологодской области данный вид впервые был отмечен в Шекснинском водохранилище А.И. Бакановым (Баканов, 2002) как массовый в 1995 г. Однако в период 1977-1995 гг. исследований по этому вопросу не отмечено (Слепухина, Выголова, 1981). Вероятно вселение *G. fasciatus* на территорию Вологодской области произошло до 1995 г. и осталось незамеченным для специалистов. В Онежском озере этот бокоплав впервые был отмечен Н.А. Березиной и В.Е. Пановым в 2001 г. (Березина, Панов, 2003), однако он мог проникнуть туда и из Ладожского озера. В 2001 г. данный вид был отмечен М.В. Чертопрудом (Чертопруд, 2006) в верховьях р. Сухона. До 2014 г. это была единственная находка данного вида в Северо-Двинской водной системе. Наши регулярные исследования донных сообществ водоёмов, входящих в Северо-Двинскую водную систему, с 2010 г. впервые выявили рачка в оз. Кубенском лишь в 2014 г. Появление *G. fasciatus* в озере совпало с реконструкцией гидротехнических сооружений Северо-Двинской водной системы, вследствие чего уровень воды перестал сильно колебаться. С этих пор мы наблюдаем активное расселение данного вида по литорали оз. Кубенское. По-прежнему невысокая плотность *G. fasciatus* отмечается в верховьях р. Сухона, однако ниже по течению он не распространяется. Мы также не встречали информации об обнаружении его в р. Северной Двине.

В настоящий момент на территории Вологодской области *G. fasciatus* зафиксирован во всех водоёмах Волго-Балтийской водной системы (в Рыбинском, Шекснинском, Новинкинском, Белоусовском, Вытегорском водохранилищах и Онежском озере), в каналах и озёрах Северо-Двинской водной системы (Топорненский канал, оз. Сиверское, оз. Кубенское, р. Сухона). За более чем десятилетний период наблюдений отмечается расширение ареала данного вида за счёт речных и озерных экосистем региона, как и в бассейне Онежского озера (Барышев, 2021).

В условиях Вологодской области байкальский рачок обитает преимущественно в литорали, на глубинах до 2 м на всех типах грунтов. Массовые скопления данного вида отмечены в зарослях высшей водной растительности (тростник, камыш, сусак, фонтиналис), на камнях и корягах. На глубинах более 2 метров этот вид встречается исключительно в подлёдный период, таким образом, переживая зиму. Данный вид доминирует в сообществах зообентоса литоральной зоны Шекснинского водохранилища и оз. Кубенского. В этих водоёмах он по всей вероятности занял пустующую экологическую нишу, поскольку до вселения другие виды бокоплавов в этих водоёмах отсутствовали (Шекснинское водохранилище) или же были единичны (оз. Кубенское). В притоках и в озерах, соединенных с водохранилищами *G. fasciatus* может встречаться совместно с нативными видами бокоплавов.

Branchiura sowerbyi Beddard, 1892 – крупный малощетинковый червь, на сегодняшний день, отмеченный на всех континентах кроме Антарктиды. Был завезён в Европу вместе с экзотическими растениями из Юго-Восточной Азии. К настоящему моменту он активно расселился по всей Европе. Первая находка данного вида была произведена нами в 2021 г. в Шекснинском водохранилище. Скорее всего, на территорию Вологодской области червь проник с юга из р. Дон, где впервые был обнаружен в 2014 г. (Булышева и др., 2020), а в 2018 уже указывался как массовый (Живогладова, Зуев, 2018). Однако не стоит отвергать версию проникновения данного вида и из бассейна Балтийского моря. На сегодняшний момент находка червя на территории Вологодской области является самой северной в мире. Очевидно, сейчас мы наблюдаем, как происходит активное расселение этого инвазионного вида. В 2019 г. один экземпляр червя также был найден С.Н. Перовой в Рыбинском водохранилище (Перова, 2022). По всей вероятности, в ближайшее время стоит ожидать сообщений о расселении данного вида по другим Волжским водохранилищам.

Вологодская область относится к Европейскому Северу, где условия для обитания водных макробеспозвоночных весьма суровые. Невысокие суммы тепла вегетационного периода становятся дополнительным препятствием для проникновения новых видов гидробионтов. Вероятно, для *D. bugensis*, доминирующей в Рыбинском водохранилище, температурный режим водоемов Вологодской области является препятствием. Бокоплав *G. fasciatus* пока остановил свою экспансию в бассейне Северной Двины на территории Вологодской области. В то же время теплолюбивый червь *B. sowerbyi* отмечен сначала в Рыбинском, затем в Шекснинском водохранилищах и это явление, несомненно, требует дальнейшего изучения.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» № 076-00007-22-00.

Список литературы

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

Барышев И.А. 2021. О нахождении инвазионной амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) в водотока бассейна Онежского озера. Российский журнал биологических инвазий 14(3), 2–6. DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-02-06

Березина Н.А., Панов В.Е. 2003. Вселение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Amphipoda, Crustacea) в Онежское озеро. Зоологический журнал 82 (6), 731–734.

Булышева Н.И., Сёмин В.Л., Шохин И.В., Савикин А.И., Коваленко Е.П., Бирюкова С.В. 2020. Чужеродные виды зообентоса в экосистемах нижнего Дона и Азовского моря на рубеже XX–XXI вв. Труды ЮНЦ РАН VIII, 256–273. DOI: 10.23885/1993-6621-2020-8-256-273

Живогладова Л.А., Зуев Ю.А. 2019. Новые данные о фауне малощетинковых червей (Oligochaeta) нижнего течения р. Дон. Международная научно-практическая конференция «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность». Севастополь: СевГУ, 587–589.

Иоффе Ц.И. 1965. К вопросу об обогащении кормовой базы Горьковского водохранилища. Известия ГосНИОРХ 59, 168–179.

Николаев И.И. 1977. Зоопланктон оз. Кубенского. В книге: Озеро Кубенское. Ч. III. Зоология. Л.: Наука, 6–44.

Перова С.Н. 2022. Первая находка *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892 (Oligochaeta, Naididae) в Рыбинском водохранилище. Российский журнал биологических инвазий 3, 130–134.

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.

Слепухина Т.Д. 1977. Зообентос и фитофильная фауна оз. Кубенского В книге: Озеро Кубенское. Ч. III. Зоология. Л.: Наука, 51–86.

Травина О.В., Беспалая Ю.В., Аксёнов О.В., Шевченко А.Р., Соколова С.Е., Кошелева А.Е., Овчинников Д.В. 2020. Распространение и плотность популяции *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) в периферийной части ареала. Российский журнал биологических инвазий 13(1), 61–71.

Чертопруд М.В. 2006. Фауна бокоплавов (Crustacea, Amphipoda) Московской области. Биология внутренних вод 4, 17–21.

О функциональной роли морских трав рода *Zostera* в формировании бентосных сообществ в некоторых районах залива Петра Великого (Японское море)

А.Д. Калчугина, Л.В. Жильцова

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
E-mail: anna.kalchyugina@tinro-center.ru

Аннотация. В заливе Петра Великого морские травы рода *Zostera* образуют заросли на песчаных и илисто-песчаных грунтах в диапазоне глубин от 0,5 до 20 м (преимущественно от 1 до 8 м). Являются видами с ярко выраженной средообразующей способностью.

Ключевые слова: морская трава зостера, вид-эдификатор, сообщество, зообентос

Семейство Взморниковых в заливе Петра Великого представлено тремя видами морских трав – *Zostera asiatica* Miki (зостера азиатская), *Z. marina* L. (зостера морская) и *Z. nana* Roth. (зостера карликовая). По ботанической классификации эта экологическая группа высших цветковых растений не является априори травами, а названа так из-за того, что ее подводные заросли похожи на луга наземных злаковых растений. Виды рода *Zostera* (кроме зостеры карликовой) включены в «Перечень видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляется прибрежное рыболовство». В условиях Приморья, в настоящее время, практически не используются, хотя относятся к растительным ресурсам, которые применяются в сельском хозяйстве, промышленности и медицине. Являются видом с сильно выраженной средообразующей способностью. Развитая система корневищ взморника способствует закреплению грунта. Это обеспечивает зарослям высокую устойчивость во время штормов и препятствует выносу других гидробионтов и грунта на берег. Кроме того, в зарослях зостеры повышены процессы седиментации, а при ежегодном отмирании листьев происходит обогащение грунта органическим веществом, что в значительной степени определяет состав ассоциированного с ними зообентоса. По данным К.М. Петрова (2008), функциональная целостность сообщества зостеры и его устойчивость обусловлены прежде всего наличием системообразующих топических и трофических связей, которые являются связующим звеном между фито – и зооценозом. Именно в составе сообщества виды способны выдерживать более значительную амплитуду изменений факторов среды, чем по отдельности. Границы сообщества определяются областью распространения зостеры.

В основу работы положены данные водолазных съемок, выполненные сотрудниками лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) в бухтах Новгородской, Рейд Паллада и в проливе Старка (залив Петра Великого) на НИС «Убежденный» с 2005 по 2020 гг., а также архивные и литературные материалы.

Номенклатура представителей бентосных организмов и макрофитов дана по следующим определителям: для макрозообентоса В.А. Надточий (2006), О.А. Скарлатто, А.Н. Голиков (1971); для макрофитобентоса Л.П. Перестенко (1980), К.Л. Виноградовой (1979) с учетом современных таксономических изменений.

Статическая обработка данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel и STATISTICA. Индексы видового сходства по качественным показателям определялись с помощью формулы Серенсена-Чекановского.

Были проанализированы данные общего количества водолажных станций за весь период исследования с 2005 по 2020 гг. Всего было выполнена 1961 водолазная станция, из которых на 447 были отмечены заросли зостеры.

За весь исследуемый период были зафиксированы 94 вида беспозвоночных и макрофитов, входящих в 15 таксонов ранга классов и родов. Из них *Bivalvia* – 29 видов, *Gastropoda* – 15, *Algae* – 13, *Echinoidea* – 6, *Asteroidea* – 9, *Tunicata* и *Crustacea* – по 5 видов,

Magnoliophyta и Holothuroidea – по 3 вида, Sipunculidae – 1 вид, представители Loricata, Ophiuroidea, Actiniaria, Polychaeta, Spongia не были определены до вида. В составе макрофитов встречались представители отделов Rhodophyta, Ochrophyta, Chlorophyta и Magnoliophyta.

Наибольшее видовое сходство фаун отмечено для бух. Рейд Паллада и пролива Старка. Общими для этих районов являлись 65 видов. Обе акватории являются открытыми, характеризуются хорошей гидродинамикой и преобладанием схожих грунтов (преимущественно ил, песок и илистый песок). При этом, были выделены виды, отмеченные исключительно в проливе Старка: водоросли - *Ahnfeltia tobuchinensis*, двустворчатые - *Cadella lubrica*, *Clinocard cali*, *Diplodonta semiosperoides*, *Glycymeris yessoensis*, морские ежи - *Echinocardium parma* и морские звезды - *Henricia* spp. Только в бух. Рейд Паллада встречались: двустворчатые - *Dosinia japonica*, *Macoma* spp, *Siliqua alta*, брюхоногие - *Buccinum middendorffi*, *Rapana venosa*, *Umbonium costatum* и морская звезда *Evasterias retifera*.

В бух. Новгородской отмечалось наименьшее видовое разнообразие. Всего было зафиксировано 50 видов бентосных организмов, из них только 2 были встречены в этом районе: *Ascidia. sp.* и *Pagurus ochotensis*. Бухта Новгородская отлична от остальных акваторий тем, что у нее отсутствует связь с открытым морем, что определяет спокойные, затишные участки с полным или практически полным отсутствием придонных течений – малый водообмен.

Большинство показателей численности и разнообразия фауны увеличиваются с увеличением проективного покрытия дна морскими травами от 50 % (Рисунок). Максимальное увеличение числа видов макрозообентоса в проливе Старка и бух. Рейд Паллада было зафиксировано на участках с проективным покрытием дна (ПП) zostеры в диапазоне от 60 до 100 %. Вероятно, на высокое разнообразие гидробионтов в данном районе оказывает влияние двух течений со стороны Уссурийского и Амурского заливов, наличие мягких грунтов и защищенных от сильного волнения участков, интенсивный водообмен. В зарослях zostеры в бух. Новгородской количество зообентоса мало изменяется в диапазоне ПП 5–100 %.

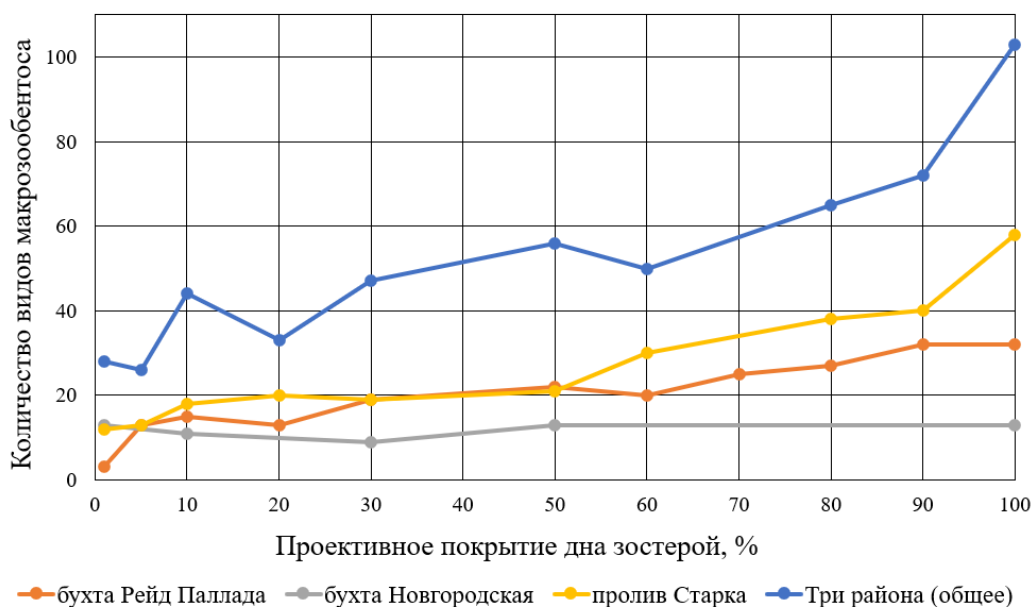


Рисунок. Количество видов макрозообентоса в зарослях zostеры в бухтах Новгородская, Рейд Паллада и проливе Старка

Пролив Старка характеризуется наибольшим числом макрофитов, зафиксированных в местах отсутствия зарослей zostеры – 14 видов. В бухтах Рейд Паллада и Новгородская

отмечалось 12 и 8 видов, соответственно. Встречаемость водорослей в зарослях морского взморника составляет: в бух. Новгородской – 22 %, бух. Рейд Паллада и в проливе Старка – по 6 % от общего количества выполненных станций за весь период работ.

Во всех трех исследуемых районах было зафиксировано 3 вида водорослей – *Chorda filum*, *Codium* sp. и *Ulva fenestrata*, которые регистрировались как на станциях с густыми зарослями zostеры, так и без них. Один вид красных водорослей – *Ahnfeltia tobuchinensis* отмечался только в проливе Старка.

В зарослях zostеры всех 3-х исследуемых районов отмечали таких представителей массовых видов, как: из класса двустворчатых моллюсков – *Arca boucardi*, *Crenomytilus grayanus*, *Mizuhopecten yessoensis*, *Modiolus difficilis*; морских ежей – *Mesocentrotus nudus*, *Strongylocentrotus intermedius*; голотурий – *Apostichopus japonicus*; морских звезд – *Asterias amurensis*, *Patiria pectinifera*; из семейства Pandaliedae – *Pandalus latirostris* и водорослей – *Codium* sp. и *Ulva fenestrata*.

Среди этих видов по биомассе в число доминирующих входит *Crenomytilus grayanus* (155969,16 г/м²); к субдоминирующим относятся: *Arca boucardi* (31522,6 г/м²), *Mizuhopecten yessoensis* (9518,21 г/м²) и *Pandalus latirostris* (4176,2 г/м²). По плотности из приуроченных массовых видов к зарослям zostеры, доминирующим видом стал закапывающийся двустворчатый моллюск *Arca boucardi* (1752,67 г/м²); к субдоминирующим относятся: *Crenomytilus grayanus* (972,5 г/м²), *Modiolus difficilis* (416,33 г/м²), *Mizuhopecten yessoensis* (71,38 г/м²) и *Pandalus latirostris* (978 г/м²).

Значительные показатели плотности поселения и невысокие биомассы макрзообентоса свидетельствуют о том, что в зарослях zostеры концентрируется в основном молодь перечисленных донных беспозвоночных (обеспечены пищей, субстратом и укрытием).

А.Н. Голиков (1986) в 80-х гг. отмечал уменьшение биомассы бентоса в кутовых частях бухт с малым водообменом, что связано прежде всего, с увеличением заиления и снижением окислительно-восстановительного потенциала. В настоящее время эта тенденция сохраняется.

Приведенный материал свидетельствует о том, что взаимоотношения разнородных организмов с детерминантом сообщества обусловлены прямыми топическими и трофическими связями, посредством которых организованы в консорции. Консорции создаются при наличии вида-эдификатора (в нашем случае zostеры) и подбора видов, способных быть консортивно связанными с ним. Подбор идет за счет видов местной флоры и фауны, способных существовать в определенных условиях экотопа. Совместно существовать в таких сообществах могут только консортивно совместимые виды. Консортивная совместимость также как и несовместимость, может быть использована в практических целях. Например, в марикультуре: для успешных инвазий (внедрения) в природные биоценозы чуждых местной флоре и фауне растений и животных.

Список литературы

Виноградова К.Л. 1979. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. Л.: Наука. 147 с.

Голиков А.Н., Скарлато О.А. 1971. К фауне моллюсков залива Посьета Японского моря. Фауна и флора залива Посьета Японского моря. 205 с.

Голиков А.Н., Скарлато О.А., Бужинская Г.Н. и др. 1986. Изменение бентоса залива Посьета (Японское море) за последние 20 лет как результат накопления органического вещества в донных отложениях. Океанол. 26(1): 131–135.

Надточий В.А., Прокопенко К.М. 2006. Атлас брюхоногих моллюсков дальневосточных морей России (сем. Vuccinidae). Владивосток: Дюма. 289 с.

Перестенко Л. П. 1980. Водоросли залива Петра Великого. Л.: Наука, 232 с.

Петров К.М. 2008. Основные положения морской фитоценологии. VII междунар. научн. конф школы по морской биологии. Изд. ЮНЦ РАН, 303 с.

Запасы японского гребешка *Chlamys farreri* (*Bivalvia*, *Pectinidae*) в заливе Петра Великого (Японское море)

Д.Т. Карпенко

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток

E-mail: karpenko.darya.98@mail.ru

Аннотация. Японский гребешок (*Chlamys farreri*) – субтропический приазиатский вид двустворчатых моллюсков из семейства морские гребешки (*Pectinidae*) в водах РФ обитает в заливе Петра Великого. Данный вид является перспективным для промысла и марикультуры. Освоение ресурсов *Ch. farreri* производится только в научно-исследовательских целях и в режиме спортивного и любительского рыболовства. В настоящем исследовании были определены и описаны крупнейшие поселения японского гребешка в заливе Петра Великого, оценен его современный промысловый запас.

Ключевые слова. *Chlamys farreri*, японский гребешок, промысловый запас, залив Петра Великого.

Японский гребешок (*Chlamys farreri*) – представитель семейства морские гребешки (*Pectinidae*) из класса двустворчатые моллюски (*Bivalvia*). Субтропический приазиатский вид. В водах Российской Федерации обитает в хорошо прогреваемых закрытых и полузакрытых бухтах залива Петра Великого. Обитает на глубинах от 1 до 20 метров, обычно, прикрепляясь биссусными нитями к твердому субстрату, формирует друзы. Успешно заселяет антропогенные подводные сооружения. Половая зрелость наступает на 2-3 году жизни. Высота раковины *Ch. farreri* может достигать 120 мм, масса – 200 г. Максимальный установленный возраст 10 лет (Явнов, 2016). Промысловая мера составляет 60 мм по высоте раковины.

Моллюск является перспективным объектом для промышленного лова и выращивания в марикультурных хозяйствах. Освоение ресурсов японского гребешка осуществляется только в научно-исследовательских целях, также разрешен вылов в режиме спортивно-любительского рыболовства. Основная цель данной работы – описать состояние запасов *Ch. farreri* в заливе Петра Великого.

Данные о поселениях японского гребешка были получены при проведении комплексных водолазных исследований донных беспозвоночных в водах Приморья на НИС «Убежденный» и мотоботе «Кальмар» БИФ ТИНРО в 2015-2021 годах. Также, были использованы сведения, полученные ранее другими авторами (Седова, Соколенко, 2016). Были исследованы поселения *Ch. farreri* в бухтах Экспедиции и Новгородская залива Посьета, в Амурском и Уссурийском заливах, в бухтах островов Русский и Попова залива Петра Великого. При проведении полевых исследований и оценке запасов, были применены стандартные водолазные гидробиологические методы (Блинова и др., 2005). Линейные размеры гребешков определяли штангенциркулем, массу особей – с помощью электронных весов. Статистическую обработку полученных данных проводили в программах STATISTICA и Microsoft Excel, расчет запасов – в ГИС MapInfo Professional.

Единичные особи японского гребешка были встречены в бентосных сообществах в кустовых частях Амурского и Уссурийского заливов, Славянском заливе и бухте Баклан. Поселения *Ch. farreri* с высокими параметрами обилия были обнаружены в мелководных бухтах Экспедиции и Новгородская залива Посьета (Седова, Соколенко, 2016), в бухтах Новик и Рында (остров Русский, Амурский залив) и в проливе Босфор Восточный (залив Петра Великого) на глубинах от 1 до 5 метров.

Ch. farreri на исследуемой акватории имел высоту раковины от 7 до 130 мм и массу от 0,07 до 166 г. Среди обнаруженных особей, преобладали гребешки с высотой раковины 60-80

мм. Характеристики размерно-вещного состава и размерное распределение японского гребешка из изученных поселений представлены ниже (Таблица 1, Рисунок 1).

Таблица 1. Морфометрические характеристики *Chlamys farreri* из залива Петра Великого

Район	Высота раковины, мм			Масса, г		
	Min	Max	Среднее значение	Min	Max	Среднее значение
бух. Экспедиции	13	130	51,99±1,44	0,5	166	34,6±2,3
бух. Новгородская	15	101	56,65±0,87	0,6	166	33,76±1,31
бух. Новик	7	105	68,28±0,62	0,5	156	49,97±1,45
бух. Рында	14	103	69,42±5,84	0,7	140	69,37±11,5
пр. Босфор Восточный	7	93	71,5±2,34	0,07	145	72,7±3,84

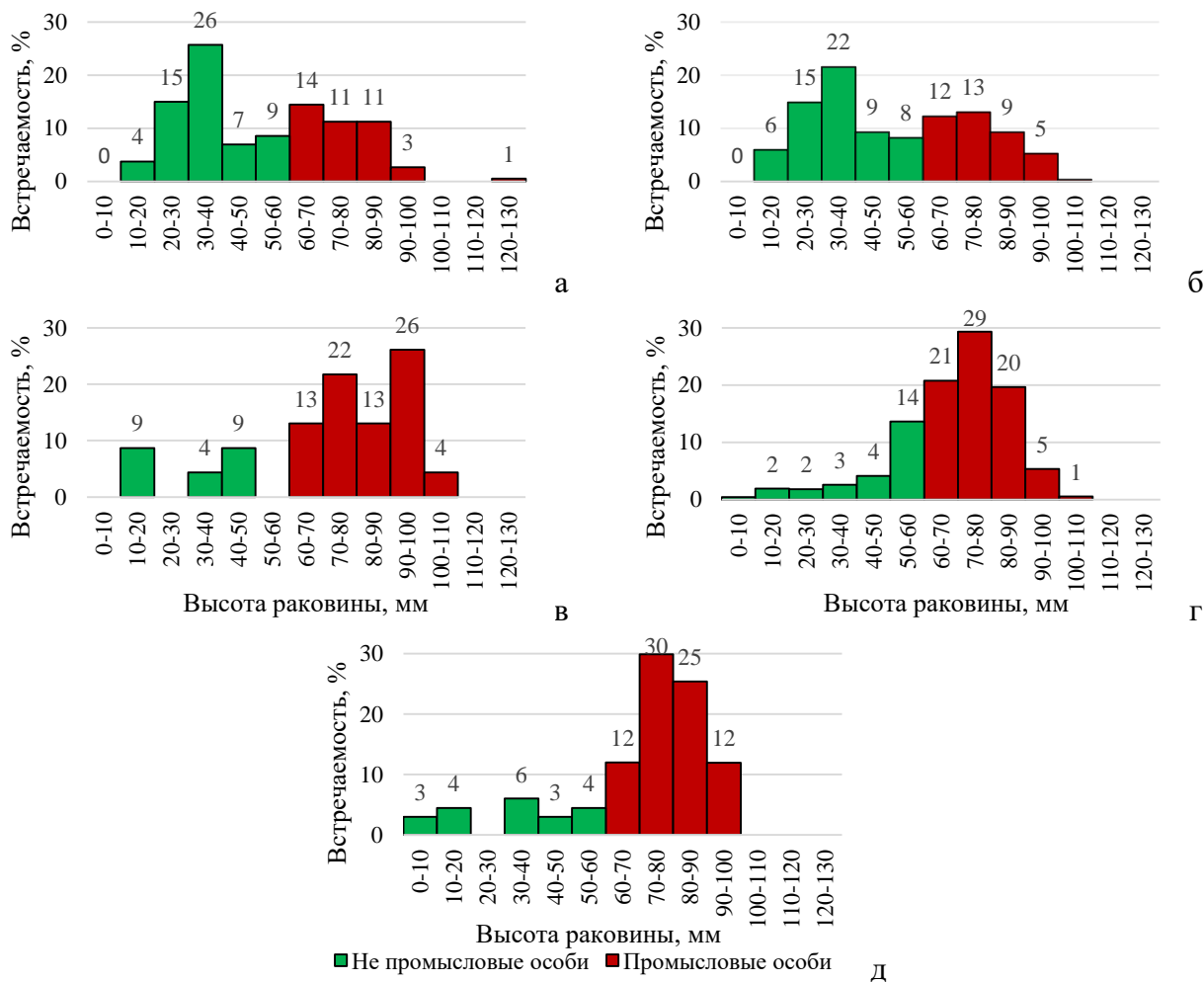


Рисунок 1. Размерный состав *Chlamys farreri* в заливе Петра Великого: а – бух. Экспедиции, б – бух. Новгородская, в – бух. Рында, г – бух. Новик, д – пр. Босфор Восточный

Средние показатели плотности поселений *Ch. farreri* в исследованных скоплениях варьировали от 2,9 до 24,2 экз./м², биомасса – от 89 до 923 г/м² (Рисунок 2).

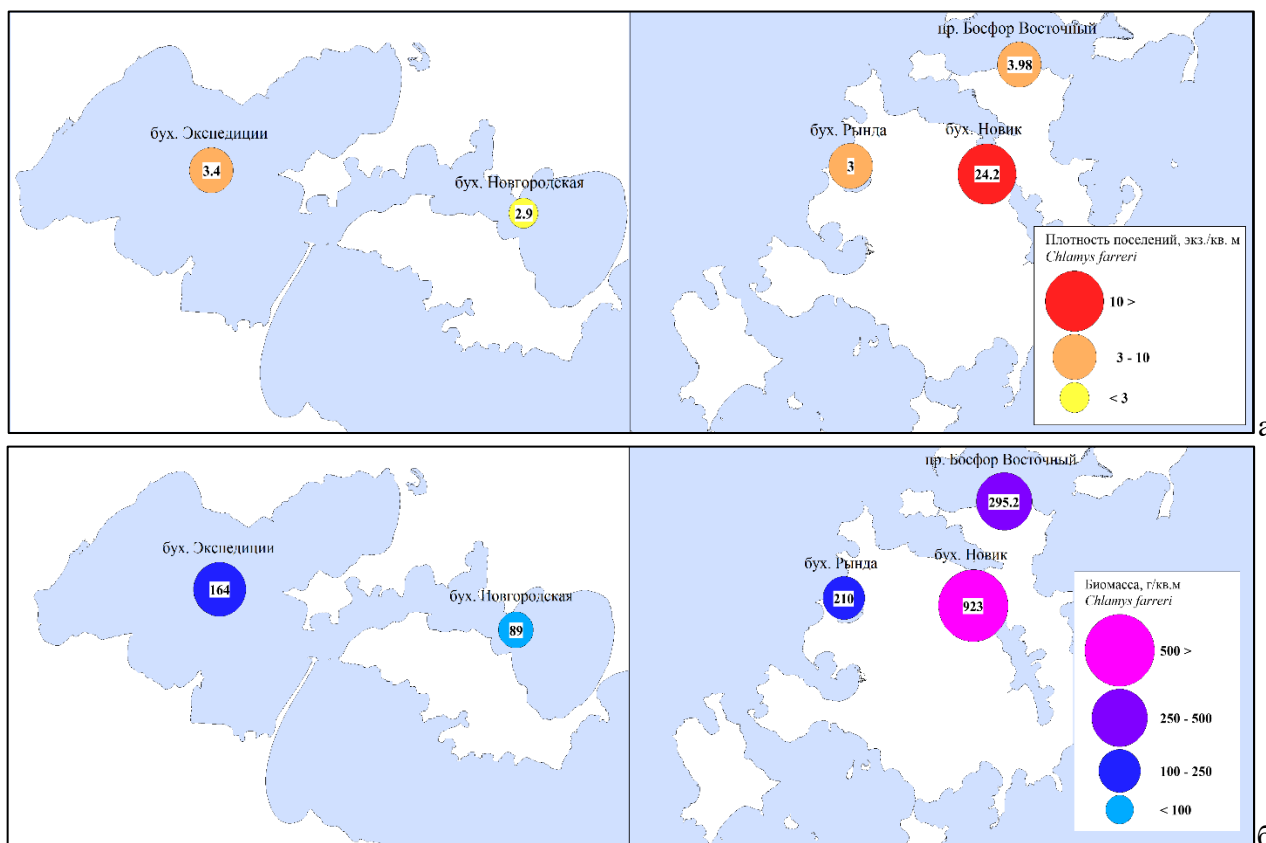


Рисунок 2. Характеристики поселений *Chlamys farreri* в заливе Петра Великого
а – плотность поселений, б – биомасса

Общий запас *Ch. farreri* в заливе Петра Великого оценивается в 607,8 тонн на площади 4,16 км², промысловый запас – 478,6 тонн (Таблица 2).

Таблица 2. Ресурсы *Ch. farreri* в заливе Петра Великого

Район	Общий запас, т	Промысловый запас, т	Площадь, км ²
бух. Экспедиции	60	25	0,91
бух. Новгородская	103	42	1,7
бух. Новик	379,3	347,8	0,84
бух. Рында	7,7	7,7	0,47
пр. Босфор Восточный	57,8	56,1	0,24
Итого:	607,8	478,6	4,16

Список литературы

Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А., Штрик В.А. 2005. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. Москва: Издательство «ВНИРО», 143 с.

Седова Л.Г., Соколенко Д.А. 2016. Состояние поселений гребешка *Chlamys farreri* в заливе Петра Великого (Японское море). Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, том 1. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 493 с.

Явнов С.В. 2016. Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей. Владивосток: издательство «Русский остров», 272 с.

Пространственное распределение и биологические характеристики северной (*Pandalus eous*) и углохвостой (*Pandalus goniurus*) креветок Северо-западной части берингова моря

Д.А. Кротова

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
E-mail: darya.krotova@tinro-center.ru

Аннотация. В работе охарактеризовано пространственное распределение северной и углохвостой креветок по результатам донной траловой съёмки, проведённой в северо-западной части Берингова моря в августе-сентябре 2021 года. Рассмотрены размерные характеристики креветок и их функционально-биологическое состояние в районе исследования.

Ключевые слова: северная креветка, углохвостая креветка, биомасса, функционально-биологическое состояние, Берингово море.

Берингово море – одно из крупнейших морей Мирового океана – характеризуется очень богатой бентосной фауной, особенно в своей северной части (Зенкевич, 1956). Несомненно, высокие показатели обилия ВБР в данном районе стимулируют развитие нагрузки на промышленно востребованные виды гидробионтов. И именно поэтому следует обращать внимание на различные аспекты биологии промысловых видов, а также проводить исследования с целью оценки параметров их распределения и многих других характеристик. Одними из наиболее интересных беспозвоночных с точки зрения добычи в северо-западной части Берингова моря являются десятиногие ракообразные (Decapoda), в число которых входят крабы, крабоиды и креветки. Среди креветок-пандалид в западно-берингоморской зоне самыми распространёнными являются 2 вида – северная (*Pandalus eous* Makarov, 1935) и углохвостая (*P. goniurus* Stimpson, 1860) креветки. Даже несмотря на то, что на сегодняшний день углохвостая креветка в названном районе не добывается, состояние данного биологического объекта также требует постоянного мониторинга, так как *P. goniurus* является объектом питания минтая, трески и других видов рыб (Напазаков, 2001).

Таким образом, цель данной работы – исследовать пространственное распределение, размерные характеристики и функционально-биологическое состояние северной и углохвостой креветок северо-западной части Берингова моря.

Материалом для исследования послужили результаты донной траловой съёмки, проведённой на научно-исследовательском судне «Профессор Кагановский» (БИФ «ВНИРО») в северо-западных водах Берингова моря в августе-сентябре 2021 года. Всего в ходе экспедиционных работ изучено 563 особи северной и 542 экземпляра углохвостой креветок.

Северная креветка в районе исследований встречалась на свалах глубин северо-западной части Олюторско-Наваринского района, а также у мыса Наварин. Максимальная оценённая биомасса была отмечена на периферии Анадырского залива и составляла 506 кг/км². *Pandalus goniurus* в Западно-Берингоморской зоне, в свою очередь, встречалась почти повсеместно, как на Олюторско-Наваринском шельфе, так и в Анадырском заливе. Максимальные показатели оценённой биомассы (772 кг/км²) отмечались недалеко от мыса Наварин.

Батиметрическое распределение биомассы *P. eous* было неоднородным. Данный вид отмечался в диапазоне глубин 91–290 м. На горизонтах от 90 до 170 м плотность скоплений

стремительно увеличивалась, достигнув максимума в 250 кг/км^2 на изобате 170 м, затем, с увеличением глубины, наблюдалось снижение показателей обилия до 75 кг/км^2 на 210 м. На глубинах 220–290 м оценённая биомасса снова приняла возрастающий тренд, а на пике (290 м) была равна 190 кг/км^2 (Рисунок 1А).

Углохвостая креветка встречалась в очень широком диапазоне глубин – от 30 до 290 м. Повышенные показатели плотности наблюдались на нескольких горизонтах. Первый пик соответствовал 90 м, средняя биомасса здесь достигала 155 кг/км^2 , затем с увеличением глубины значения обилия резко уменьшались, однако на горизонте в 210 м снова возросли, достигнув максимума, и составили 250 кг/км^2 (Рисунок 1Б).

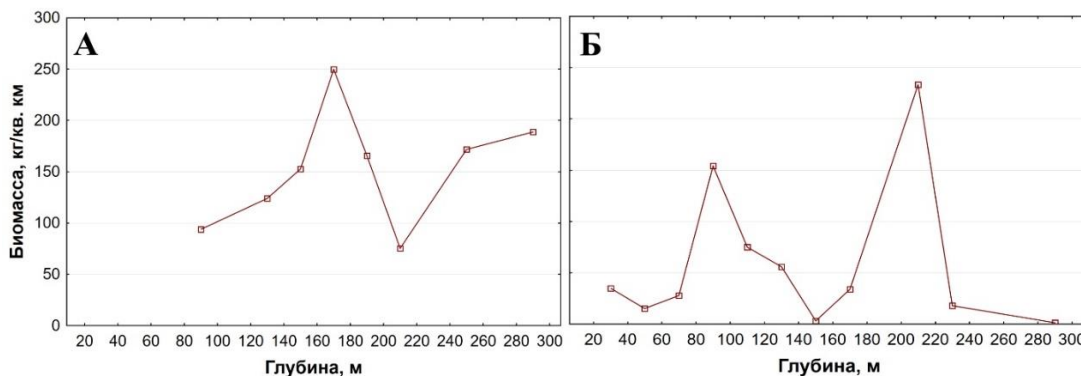


Рисунок 1. Батиметрическое распределение северной (А) и углохвостой (Б) креветок

Чаще всего в уловах северной креветки отмечались самцы (58,6%), самок было немного меньше – 40%. Переходных особей – 1,6%. В отношении углохвостой креветки наблюдалось следующее распределение: большая часть улова приходилась на самцов – 63%; 2% составляли переходные особи, а доля самок не превышала 35%.

Размеры тела северной креветки в период исследования изменялись в пределах от 25 до 112 мм (Рисунок 2А). Длина тела самцов в среднем составляла 67,1 мм, минимальный размер – 25 мм, а максимальный – 101 мм. В размерном составе самцов выделялись 2 возрастные группы, первая из которых представлена молодыми особями с длиной тела 40–50 мм (13%); второй модальный класс, включающий в себя взрослых половозрелых самцов, – экземпляры с биологической длиной 60–70 мм (60%). Самки же, в связи с особенностями жизненного цикла креветок-пандалид, проявляющихся в смене пола (протерандрический гермафродитизм (Berkeley, 1930)), были крупнее самцов и интерсексов. Их средний размер был равен 93,8 мм, минимальный – 76 мм, а максимальный 112 мм. Частотное распределение длины тела самок северной креветки проявляется в преобладании особей с длиной тела 90–100 мм (61%). Переходные особи (интерсексы), чаще всего (80%), имели размеры 90–95 мм, в среднем же их длина составляла 91,4 мм. В общем размеры тела изменялись в границах 85–101 мм.

Размерный состав углохвостой креветки характеризуется мономодальным частотным распределением каждой из трёх функциональных групп (Рисунок 2Б). Размеры самцов изменялись в границах от 44 до 72 мм, в среднем составляя 58,9 мм. При этом чаще всего встречались самцы с длиной 50–60 мм (75%). Модальный класс самок представлен экземплярами с длиной тела 70–80 мм (55%). В общем в уловах отмечались самки с размерами, относящимися к диапазону 50–95 мм, при средней 70,6 мм. Переходные особи чаще всего имели длину, равную 60–70 мм (90%). Минимальная длина тела составляла 63 мм, максимальная – 74 мм. В среднем размеры тела переходников держались около отметки в 69,6 мм.

Линочное состояние (Низяев, 2006) северной и углохвостой креветок характеризовалось подавляющим большинством особей, находящихся на стадии твёрдого, окрепшего панциря (89% и 96% соответственно). При этом среди самок на третьей стадии линьки находилось 78% особей северной и 93% особей углохвостой креветок. Недавно

перелинявших было не более 8% и 3% для северной и углохвостой креветок соответственно (16% и 12% среди самок), а особей в процессе линьки насчитывалось по 1% для обоих видов (в том числе и для самок).

Биологическому состоянию самок *P. eous* присуще преобладание особей с внутренней икрой (52%). Немного меньше оказалось креветок с новой наружной икрой (недавно отнерестившихся) – 47%. Также были отмечены особи, выпускающие личинок (1%). Для углохвостой креветки было свойственно абсолютное доминирование самок с новой икрой (63%). Креветок с внутренней икрой в сумме было около 36%. Доля особей, недавно выпустивших личинок, как и у северной креветки, составляла 1% (Рисунок 3).

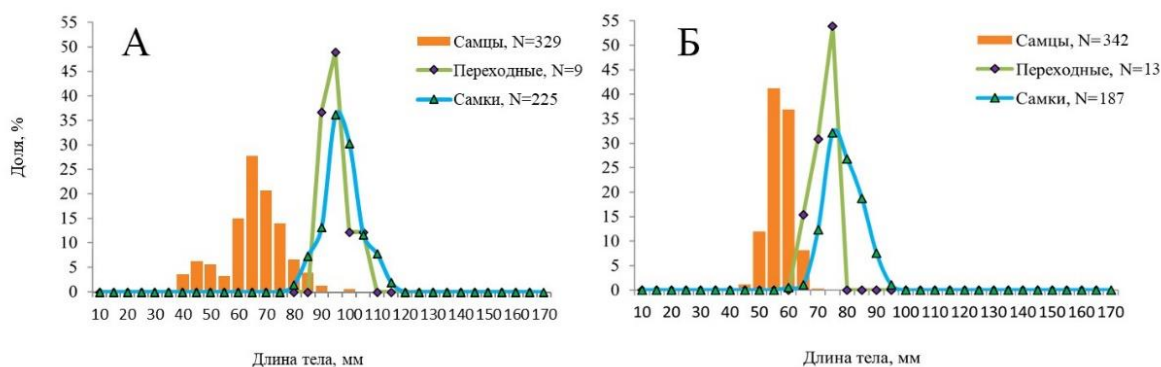


Рисунок 2. Размерный состав северной (А) и углохвостой (Б) креветок

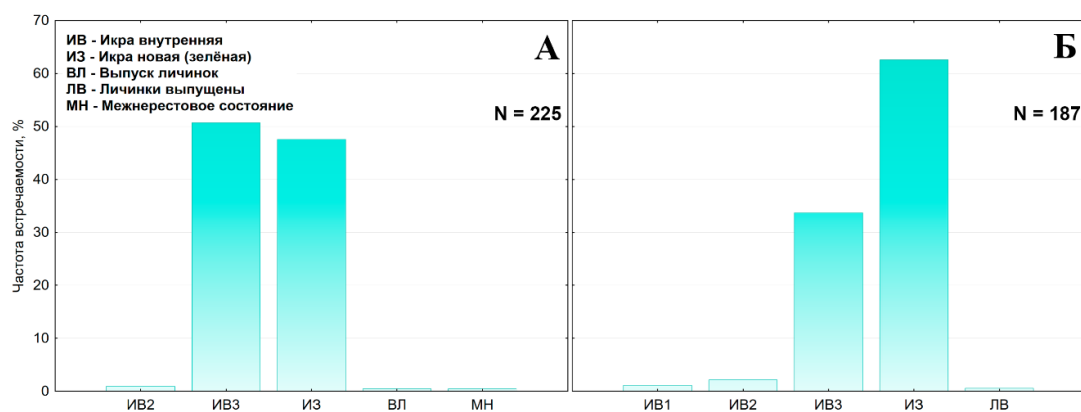


Рисунок 3. Биологическое состояние самок северной (А) и углохвостой (Б) креветок

Резюмируя всё вышеописанное, можно сделать вывод, что северная креветка в северо-западной части Берингова моря обитает исключительно в глубоководной зоне при узком диапазоне низких температур, в то время как углохвостая креветка – эврибионтный и пластичный вид, имеющий очень широкое горизонтально-батиметрическое распространение. В размерной структуре самцов *P. eous* выделяются 2 возрастные когорты, что, по всей видимости, связано с двумя последовательными пиками численности молодых особей, случившимися в последние годы. Самцы *P. goniurus* характеризуются лишь одним модальным классом. Линочное состояние северной и углохвостой креветок оказалось схожим, и в целом говорит об отсутствии в популяциях общей массовой линьки в момент проведения исследования. Однако биологическое состояние самок различалось, что свидетельствует о разных сроках нереста у рассматриваемых видов; северная креветка нерестится немного позже углохвостой.

Список литературы

- Зенкевич Л.А. 1956. Моря СССР. Их флора и фауна. М.: Государственное учебно-педагогическое изд-во министерства просвещения РСФСР, 424 с.
- Напазаков В.В., Чучукало В.И., Кузнецова Н.А., Радченко В.И., Слабинский А.М., Надточий В.А. 2001. Питание и некоторые черты экологии тресковых рыб западной части Берингова моря в летне-осенний период. Известия ТИНРО 128: 907–928.
- Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е.В., Крутченко А.А. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России. Южно-Сахалинск: Изд-во СахНИРО, 112 с.
- Berkeley A.A. 1930. The post-embryonic development of the common pandalids of British Columbia. Contrib. Canadian Biol. 6: 79–163.

Состояние популяций артемии и среды обитания в гипергалинных озерах Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областей в летний период 2022 года

К.В. Куцанов, А.Г. Герасимов, Е.В. Бражников, Л.Ф. Разова

Тюменский филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), г. Тюмень
E-mail: opb@gosrc.ru

Аннотация. Комплексные исследования состояния популяций артемии и среды их обитания проведены на 74 озерах: 6 озер в Челябинской области, 18 озер в Курганской области, 2 озера в Тюменской области, 2 озера в Омской области, 46 озер в Новосибирской области. Общая площадь исследованной акватории составила ~ 403 км². Все исследованные озера относились к гипергалинным с соленостью от 38 до 444 г/дм³. Температурный диапазон на момент исследования составлял от 12-33°C. Численность рачков артемии в среднем составляла от 0,4 тыс. экз./м³ (Омская область) до 34,5 тыс. экз./м³ (Курганская область), биомасса от 1,5 г/м³ (Омская область) до 135,4 г/м³ (Челябинская область).

Ключевые слова: артемия (виды рода *Artemia*), артемия (на стадии цист) (виды рода *Artemia*), соленость, температура, численность, биомасса.

Комплексные исследования состояния водных биоресурсов (артемии (виды рода *Artemia*) и артемии (на стадии цист) (виды рода *Artemia*)) и среды их обитания проведены на 74 озерах: 6 озер в Челябинской области, 18 озер в Курганской области, 2 озера в Тюменской области, 2 озера в Омской области, 46 озер в Новосибирской области. Общая площадь исследованной акватории составила около 403 км². Все озера мелководные, максимальная глубина не превышает 2,0 м (таблица 1) (Иванов, 1948).

Исследования состояния популяций артемии и среды их обитания на озерах Челябинской, Курганской, Тюменской Новосибирской, Омской областей проводили в июне 2022 года. Сбор и обработку проб (зоопланктона и зобентоса), проводили согласно действующим методическим рекомендация (Киселев, 1956; Литвиненко и др., 2019). Измерение температуры и уровня растворенного кислорода в воде измеряли при помощи термооксиметра – НАСН HQ30d. Соленость воды измеряли при помощи рефрактометра Milwaukee MA887. Прозрачность воды измеряли диском Секки.

Таблица 1. Основные абиотические характеристики исследованных гипергалинных озер Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областей в июне 2022 г.

Название водоема	Площадь, га	Среднее по станциям в период исследований				
		Средняя глубина, м	Соленость, г/дм ³	Прозрачность, м	Температура воды, °С	Содержание кислорода, мг/л
Челябинская область						
Минимум	53	0,3	66,0	0,3	15,7	1,7
Среднее	-	0,3	130,8	0,3	18,0	3,3
Максимум	255	0,4	170,0	0,4	21,0	5,1
Курганская область						
Минимум	42	0,1	40,0	0,1	12,3	0,4
Среднее	-	0,5	164,2	0,4	20,5	4,5
Максимум	3830	1,2	339,0	0,8	30,0	10,1

Тюменская область						
Минимум	75	0,2	77,0	0,2	20,0	2,1
Среднее	-	0,3	104,0	0,3	22,8	3,2
Максимум	5213	0,4	131,0	0,4	25,7	4,3
Новосибирская область						
Минимум	30	0,1	38,0	0,1	19,0	0,1
Среднее	-	0,3	169,0	0,3	25,6	1,9
Максимум	288,2	0,9	444,0	0,9	33,0	5,8
Омская область						
Минимум	864	0,8	194,0	0,3	22,0	2,5
Среднее	-	1,0	208,0	0,35	23,0	3,5
Максимум	8330	1,1	222,0	0,4	24,0	4,5

Начало летнего сезона 2022 г. характеризовалось повышенной температурой воздуха и отсутствием осадков, что отразилось в первую очередь на температурном и особенно гидрохимическом режимах озер. Во всех исследованных областях произошло снижение водности озер, в следствии, повышение минерализации воды, а также частичное или полное пересыхание части водоемов.

Все исследованные озера относились к гипергалинным с соленостью от 38 до 444 г/дм³ (см. таблицу 1). Минерализация одного озера (Горькое-Берсеневка) Челябинской, пяти озер (Ильеней, Малое Горькое, Соленое-Собачьё, Теренколь-Горький, Филатово) Курганской и трех озер (Атаичье, Горькое-Белое, Соленое-Красносельский) Новосибирской областей составляла ниже 70 г/дм³. Известно, что при минерализации рапы менее 70 г/дм³, в озерах, в которых артемия встречается, из-за большого количества пищевых конкурентов она находится в угнетенном состоянии и не достигает большого развития, а также при низкой солености не образуются промысловые скопления цист (Литвиненко и др., 2009). Четыре озера (Горькое-Воскресенка, Малое Медвежье, Соленое-Карасьё, Сорочье) Курганской и пять озер (Малый Баган, Соленое-Ленинское, Соленое-Орловка, Соленое-Романовка) Новосибирской областей относились к группе с соленостью от 250-380 г/дм³ (озера, в которых артемия испытывает угнетающее действие солености). Максимальные значения минерализации отмечены в двух новосибирских озерах Красновишневое (444 г/дм³) и Соленое-Мухино (420 г/дм³).

Из-за жаркого сухого лета, часть гипергалинных озёра теряли рапу и превращались в сухие солончаки, так Челябинской области в июне отмечено пересыхание озера Соленое-Журавлиное, в Новосибирской области пересохли озера Соленое-Лягушьё и Горькое-Польяново, озера потенциально артемиевые, но популяция сохраняется в грунтах в виде цист.

Температура рапы соляных озёр в результате солнечной инсоляции и отсутствия перемешивания может достигать значительных величин. В июне 2022 г. температурный диапазон на момент исследования составлял от 12-33°С. Высокое значение температуры воды (выше 30 °С) отмечено в озерах Новосибирской области, в связи с чем в озерах области отмечены низкие показатели растворенного кислорода в воде – 0,1 мг/л. В целом растворённый кислород в исследованных озерах находился в широком диапазоне концентраций: от 0,1 мг/дм³ в оз. Тухлое (Новосибирская область) при максимуме температуры рапы (33° С) до 10,1 мг/дм³ – в оз. Солёное-Невидимое (Курганская область).

Прозрачность воды в озерах была в пределах от 0,1 до 0,9 см, что обусловлено ветровым перемешиванием.

Распределение численности и биомассы артемии.

В июне 2022 г. зоопланктон озер Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областей был представлен взрослыми и младшими возрастными стадиями рачков артемии. Основу численности и биомассы в озерах Челябинской, Тюменской области составили взрослые самки с цистами, а в озерах Курганской, Омской и Новосибирской областей основу численности и биомассы составляли ювенильные и предвзрослые стадии рачков.

Численность рачков артемии в среднем составляла от 0,4 тыс. экз./м³ (Омская область) до 34,5 тыс. экз./м³ (Курганская область), и биомасса от 1,5 г/м³ (Омская область) до 135,4 г/м³ (Челябинская область). Показатели биомассы на момент исследования (июнь) в озерах Тюменской и Омской областей соответствуют низкопродуктивным водоемам (менее 10 мг/л) (Литвиненко и др., 2019).

Помимо рачков артемии в биоценозе исследованных озер были отмечены другие виды зоопланктона, такие как: рачок *Cletocamptus retrogressus*, личинки мух из рода Ephydra, личинки семейства Chironomidae, виды подкласса Copepoda, между соленостью воды и числом видов в озерах отмечена отрицательная достоверная связь, в биоценозе озер с большей соленостью воды повышается роль артемии в сообществе и уменьшалась доля в общей биомассе других видов, при солености более 100 г/дм³ артемия развивается, как правило, в «монокультуре» (Литвиненко и др., 2009)

Численность планктонных цист в озерах пяти областей в июне 2022 года была в среднем от 5,8 до 25,6 тыс. шт./м³, низкая численность характерна для данного периода, когда в биоценозе озер преобладают младшие возрастные стадии артемии.

Зообентос озер был представлен цистами артемии и эфипшиумами моин. Донные цисты присутствовали во всех озерах в количестве от 17 до 10333 тыс. шт./м², в среднем от 42 до 5444 тыс. шт./м².

Таким образом, сухое жаркое лето способствует пересыханию артемиевых озёр, высокая концентрация солей в рапе ведёт к ухудшению условий для обитания артемии.

Список литературы

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 рекомендованного объема добычи (вылова) артемии. Издательство ВНИРО, 2019. – 50 с.

Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко Е.Г. 2009. Артемия в озерах Западной Сибири. - Новосибирск: Наука, 304 с.

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

Киселев И.А. 1956. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. – т. IV, ч. I. – М. – Л.: 183-265.

К возможному влиянию тралового промысла углохвостой креветки на численность пополнения синего краба в северо-западной части Татарского пролива (Японское море)

В.С. Лукьянов, А.В. Харитонов, Д.Н. Юрьев

Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), г. Хабаровск
E-mail: genbragin@mail.ru

Аннотация: Приведены результаты многолетних исследований пополнения синего краба северо-западной части Татарского пролива. С 2018 г. по 2020 г. наблюдается резкое падение численности пререкрутов I-II порядка самцов краба в районе от зал. Советская Гавань до мыса Датта, одной из причин которой является ведение тралового промысла углохвостой креветки в местах концентрации молоди синего краба.

Ключевые слова: северо-западная часть Татарского пролива, синий краб, промысловая численность, пополнение, траловый промысел, углохвостая креветка.

Синий краб широко распространённый вид шельфовой зоны Северной Пацифики. У азиатского побережья дальневосточных морей обитает от Северного Приморья на юге до Берингова пролива на севере, включая прибрежные воды островов Сахалин, Святого Матвея, Святого Лаврентия и группы о-ов Прибылова. На востоке вид простирается до восточных Алеут и побережья полуострова Аляска (Букин и др., 1988; Слизкин, Сафронов, 2000; Новомодный, 2001; Харитонов, 2003; Кобликов и др., 2010; Клинушкин и др., 2021). В северо-западной части Татарского пролива Японского моря синий краб встречается от залива Чихачева до мыса Золотой на глубинах от 10 до 500 м.

По многолетним данным пространственная структура промысловых самцов синего краба северо-западной части Татарского пролива практически не менялась: краб занимал достаточно обширную акваторию вдоль всего материкового побережья. За период с 2009 по 2017 гг. плотность промысловых самцов увеличилась в 1,5 раза.

В 2013 г. отмечали подход урожайного поколения, которое с 2014 по 2016 гг. обеспечивало пополнение и стабильность промыслового запаса. Численность пополнения оценивалась более чем в 5,5 миллионов особей и в течение 4 лет наблюдались пики этого поколения в промысловой части группировки. Однако в 2018 г. промысловая обстановка изменилась, отмечалось снижение промысловой численности почти в 2,8 раза по сравнению с 2017 г. Снижение объясняли слабым пополнением рекрутами в 2018 г. По данным ловушечной съёмки 2020 г. промысловая численность снизилась еще в 5,5 раз по сравнению с 2018 г. Так же наблюдалось снижение численности самцов непромыслового размера и самок.

Очевидно, группировка самцов синего краба, обитающего в северо-западной части Татарского пролива проходит период снижения общей численности, одной из причин которой является малочисленное поколение, которое начало вступать в промысел в 2018-2019 гг.

Отсутствие положительной динамики у самцов непромыслового размера в настоящее время, ставит под сомнение целесообразность ведения промысла данного вида биоресурсов на ближайшую перспективу.

По многолетним данным на участке от зал. Советская Гавань до м. Датта отмечались плотные скопления молоди как самцов, так и самок, что позволяет определить этот участок как одно из мест воспроизводства синего краба, обитающего в северо-западной части Татарского пролива, да и в целом по всей акватории подзоны Приморья (от мыса Поворотный до Де-Кастри). В среднем на данном участке концентрировалось около 60% от

общей численности непромысловых самцов. Соответственно данный участок можно рассматривать как индикатор состояния будущего пополнения промыслового запаса.

Анализ размерного состава самцов синего краба на выделенном участке показал, что независимо от флюктуации численности в период с 2009 по 2017 гг. размерная структура в целом была относительно стабильна, доминировали группы по ширине карапакса от 80 до 129 мм. В 2018 г отмечено ожидаемое снижение численности пререкрутов I-II порядка, что связано с формированием малочисленного пополнения в 2016-2017 гг. При этом согласно данным, полученным в 2020 г. количество пререкрутов находилось на крайне низком уровне. Так как данная группа не является промысловой, встает вопрос, что могло вызвать такое резкое сокращение численности – почти в 4 раза по отношению к 2018 г.

С 2014 г. в Татарском проливе стартовал и в последующие годы быстро развивался траловый промысел углохвостой креветки. В 2018-2020 гг. число задействованных в добыче креветки судов, оснащенных специализированными креветочными тралами, выросло до 13 единиц, из которых 10 – среднетоннажные.

Специализированный креветочный трал имеет в своём вооружении грузы-утяжелители, бобенцы, тяжёлые траловые доски и грунтроп, которые обеспечивают плотный ход трала по дну, что негативно воздействуют на донные сообщества. Из литературных источников [Болтачёв, 2006] известно, что ширина полос, оставляемых траловыми досками, достигает 1 метра, глубина от 50 до 70 сантиметров, протяженность таких полос измеряется в несколько миль. В зоне действия нижней подборы донного трала, длина которой в среднем составляет около 45-50 м, отмечались гибель бентосных организмов и изменение структуры грунта. Таким образом происходит уничтожение донных организмов конструктивными элементами тралов. Очевидно, что крабы, особенно линяющие, попадая под такое воздействие, погибают. Снижение численности самцов непромыслового размера в 2020 г. на выделенном участке, по-видимому, связано с данным видом промысловой деятельности.

С целью сохранения ресурсов синего краба и других ВБР в подзоне Приморье, Хабаровским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» было предложено с 2022 г. запретить использование тралящих орудий лова для добычи углохвостой креветки. Данное предложение вошло в проект новой редакции Правил рыболовства.

Список литературы

Болтачёв А.Р. 2006. Траловый промысел и его влияние на донные биоценозы Чёрного моря // Морск. экол. журн. 5 (3): 45–56.

Букин С.Д., Мясоедов В.И., Низяев С.А. и др. 1988. Динамика пространственного распределения и некоторые особенности биологии синего краба северной части Тихого океана // Морские промысловые беспозвоночные. - М.: ВНИРО: 4-16.

Клинушкин С.В., Харитонов А.В., Диденко Д.С. 2021. Внутривидовая морфологическая изменчивость синего краба северной части Охотского моря // Труды ВНИРО 185: 22–31.

Кобликов В.Н., Борилко О.Ю., Пономарев С.С. 2010. О росте численности синего краба *Aralithodes platypus* в заливе Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО 16: 68–78.

Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. 2000. Промысловые крабы прикамчатских вод: моногр. - Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика, 2000. 180 с.

Новомодный Г.В. 2001. Пространственное распределение, динамика уловов и промысел крабов (*Lithodidae*, *Majidae*) в западной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО-центра 128 (1-2): 666-684

Харитонов А.В. 2003. Современное состояние популяции синего краба *Paralithodes platypus* северо-западной части Татарского пролива. Тезисы международного семинара. Мурманск 2003.

Современное состояние сырьевой базы и промысла беспозвоночных внутренних вод

О.А. Мазникова

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

Аннотация: в работе представлены актуальные данные, характеризующие современное состояние сырьевой базы промысловых беспозвоночных внутренних вод и уровень ее эксплуатации, а также кратко изложены вопросы регулирования промышленного рыболовства.

Ключевые слова: состояние запасов, промысел, артемия, цисты, гаммариды, раки, хирономиды, сырьевая база, беспозвоночные, вылов.

Группа промысловых беспозвоночных внутренних вод включает в себя 17 видов водных биологических ресурсов (приказ Минсельхоза от 06.10.2017 № 501). При этом количество единиц запаса в рыбохозяйственных бассейнах широко варьирует и насчитывает от одного в Байкальском рыбохозяйственном бассейне до восьми видов биоресурсов в Западно-Сибирском рыбохозяйственном бассейне, а основу промышленного рыболовства составляют короткоцикловые виды.

Суммарный объем вылова промысловых пресноводных беспозвоночных на 2021 год был обоснован на уровне 8,5 тыс. тонн, а общий вылов составил почти 5 тыс. тонн. Практически полностью был освоен только прогноз по гаммаридам (виды рода *Gammarus*, *Pontogammarus*, *Amathillina*, *Cardiophilus*, *Melita*, *Dikeragammarus*). Уровень реализации прогнозных оценок остальных видов водных биоресурсов варьировал от 6 до 44 %. Часть объектов не осваивают даже при выполнении рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях (НИР), в связи с чем возникает вопрос о целесообразности формирования прогнозов вылова.

Лидером по величине запасов и объемам вылова является Западно-Сибирский рыбохозяйственный бассейн. Основу промысла здесь формируют гаммариды и артемия (на стадии цист) (виды рода *Artemia*). Вклад гаммарид в суммарный объем промысловых ресурсов с 2017 по 2021 гг. составлял 56 % или 4138,9 тонн, артемии (на стадии цист) – 2263,2 тонн или 31 %. На третьем месте по значимости стоят хирономиды (*Chironomidae*) (657,0 т или 9 %).

По результатам НИР, выполненных в 2021 г., отмечен существенный рост запасов гаммарид в Омской и Новосибирской областях. Наибольший вылов гаммарид в 2021 г. зарегистрирован в Курганской (647,1 т) и Новосибирской (2174 т) областях, при этом в среднем по бассейну он составил 546 т. Объем добычи артемии (на стадии цист) по регионам варьирует от 5,4 до 622,4 т (средняя – 203,4 т). Максимум уловов традиционно пришелся на Алтайский край. Промысел хирономид вели, преимущественно, в Челябинской области (200 т).

Отдельно стоит остановиться на промышленном рыболовстве артемии, которую, как правило, добывают на стадии цист. Это, пожалуй, самый востребованный промысловый объект среди беспозвоночных внутренних вод с экономической точки зрения. В настоящее время промысел артемии ведут в шести субъектах Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна, а фонд «артемиевых» водоёмов насчитывает более 130 озёр. Однако, промыслом охвачено чуть больше половины водных объектов. Относительно низкий процент озёр, вовлеченных в промысел, связан с тем, что часть из них, расположена в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и имеет природоохранный статус.

В начале XXI века объем добычи артемии (на стадии цист) поступательно нарастал и достиг своего исторического максимума во второй половине 2010-х годов – 2 тыс. тонн. Лидером по добыче является Алтайский край – его вклад в общий вылов в последние 20 лет достигал 87-90 %.

Положительная динамика вылова артемии (на стадии цист) до середины 2010-х годов была связана с вовлечением в промысел новых озёр в западной Сибири, а во второй половине 2010-х годов – в большей степени обусловлена увеличением продуктивности озер и, в первую очередь, в Алтайском крае. На сегодняшний день можно выделить несколько факторов, сдерживающих развитие промысла артемии (на стадии цист). Во-первых, это утрата озерами промыслового статуса из-за их включения в ООПТ. Так произошло, например, в Тюменской области. Во-вторых, снижение промыслового значения озер из-за гидрхимических перестроек, вызванных климатическими изменениями. В частности, в Курганской области из-за изменения солёности озер вылов артемии (на стадии цист) снизился на 47 %.

Стоит отметить, что, начиная с 2022 года, в озерах Алтайского края был организован промысел рачков артемии.

В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне сохраняется тенденция снижения величины прогнозных оценок после их резкого роста в 2020 году. По результатам учетных работ 2020-2021 годов отмечено сокращение запаса гаммарид и хирономид в гипергалинных озерах Республики Крым, а также раков (виды родов *Astacus*, *Pontastacus*, *Cambaroides*) в водных объектах Ростовской области.

В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне основу рыболовства формируют артемия (виды рода *Artemia*) и артемии (на стадии цист), на которые соответственно приходится 39 (165,0 т) и 38 (162,5 т) % вылова промысловых беспозвоночных. Доля хирономид в общем вылове равна 15 % (62,3 т). Несмотря на то, что раки данным рыбохозяйственным бассейном являются весьма популярным объектом рыболовства, они составляют лишь 7 % от суммарного объема промысловых ресурсов. В 2021 году лидерами по объемам вылова были артемия (26,9 т) и раки (17,4 т).

Стоит отметить, что в Республике Крым в настоящее время рыболовство артемии и артемии (на стадии цист) постепенно развивается. Здесь прогноз рекомендованного вылова разрабатывают для девяти гипергалинных озер. Так, в 2019 году был отмечен вылов на озере Соленое (Молочное) 5,47 т артемии (на стадии цист) и 0,073 т артемии. В 2021 году промысел вели на озерах Айгульское (артемия 4,836 т), Акташское (артемия 3,4 т) и Джарылгач (артемия 18,727 т и артемия (на стадии цист) 2,1 т). Не исключено, что промысел крымской артемии все еще сдерживает низкая заинтересованность местных добывающих организаций.

По данным территориальных управлений Росрыболовства, вылов артемии (на стадии цист) в 2021 году в целом по Азово-Черноморскому и Западно-Сибирскому рыбохозяйственным бассейнам снизился по сравнению с 2020 годом почти на 500 тонн (2020 – 1594 т, 2021–1098 тонн). И несмотря на то, что данные официальной статистики демонстрируют снижение вылова, уровень ННН-промысла по-прежнему находится на высоком уровне.

Безусловным лидером в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне традиционно являются раки (14,6 т). В последние годы отмечен рост заинтересованности добывающих организаций в добыче хирономид Московской области (2,3 т). Аналогичная тенденция отмечена и для хирономид Западного рыбохозяйственного бассейна. Так, начиная с 2020 года происходит интенсификация их промышленного рыболовства в Ленинградской (2019 г. – 0 т, 2020 г. – 0,94 т, 2021 г. – 5,9 т) и Псковской областях (2019 г. – 2,3 т, 2020 г. – 6,4 т, 2021 г. – 5,8 т).

В Байкальском рыбохозяйственном бассейне промыслом охвачены водные объекты Республики Бурятия. Здесь добывают гаммарид с нарастающим уровнем вылова в 2018 г. – 4,1 т, 2019 г. – 4,7 т, 2020 – 8,7 т, 2021 г. – 9,4 т. Также стоит отметить, что с 2022 г. в промысел введены промысловые беспозвоночные Забайкальского края.

На Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне прогноз рекомендованного вылова формируют для шести промысловых видов беспозвоночных. Однако промысел эксплуатирует только мохнаторукого краба. По данным официальной промысловой статистики, предоставленной Приморским территориальным управлением Росрыболовства, объем добычи мохнаторукого краба снижается с 2018 г. (2018 г. – 332,3 т, 2019 г. – 101,0 т, 2020 г. – 27,0 т, 2021 г. – 4 т). Это связано, как и с падением уровня запаса, так и с закрытием основного рынка сбыта мохнаторукого краба – КНР. На российском рынке он спросом не пользуется.

Что касается сложностей регулирования промысла обозначенной группы водных биоресурсов, то на сегодняшний день они преимущественно связаны со слабым информационным обеспечением рыболовства и с несовершенством нормативных документов. Высокая чувствительность короткоциклового беспозвоночного к условиям среды требует выполнения в течение года нескольких комплексных съёмок, направленных на оценку текущего состояния запасов и условий обитания. Однако, в современном правовом поле невозможно оперативно реализовать научную информацию об актуальном состоянии запасов из-за длительной процедуры выхода соответствующего приказа Минсельхоза. Вероятным решением проблемы может стать формирование региональных комиссий по примеру комиссий, регулирующих промысел анадромных видов рыб. Также, одной из основных проблем является ННН-промысел и несовершенство системы регулирования промысла в режиме рекомендованного вылова, не способной устранить риски значительного превышения рекомендуемых специалистами ФГБНУ «ВНИРО» объемов.

Если говорить о перспективах развития промышленного рыболовства беспозвоночных внутренних вод, то в первую очередь необходимо обратить внимание на ресурсы Дальневосточного бассейна, а именно на дальневосточных пресноводных креветок (*Palaemonetes sinensis*, виды родов *Macrobrachium*, *Palaemon*), объем вылова которых на 2022 год на фоне нулевого освоения увеличен практически в три раза. Также перспективными для промысла здесь являются дальневосточные пресноводные двустворчатые моллюски (виды родов *Sinanodonta*, *Cristaria*, *Nodularia*) и пресноводные брюхоногие моллюски (виды родов *Cipangopaludina*, *Amuropaludina*, *Parajuga*, *Lymnaea*). Отдельного внимания заслуживает перспективы освоения ресурсов губки бадяги (виды рода *Spongilla*) Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, которая используются в косметических и фармацевтических целях. Сейчас ее запасы используют менее, чем на 1 %.

Также после проведения рекогносцировочных исследований можно ожидать расширения географии промышленного рыболовства короткоциклового вида: артемии, гаммарид, хирономид не только в Западно-Сибирском, но и в Волжско-Каспийском и Азово-Черноморском рыбохозяйственных бассейнах.

Список литературы

Приказ Минсельхоза от 06.10.2017 № 501 «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России».

Актуализация подходов к оценке запасов и расчету рекомендованного вылова артемии и артемии (на стадии цист) (виды рода *Artemia*)

О.А. Мазникова¹, Г.В. Лукерина², А.В. Паршин-Чудин¹, К.В. Куцанов³

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул

³Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), г. Тюмень

E-mail: maznikovao@vniro.ru

Аннотация: предложенные рекомендации являются логическим развитием исследований, направленных на оценку состояния сырьевой базы и формирование прогнозов вылова артемии и артемии (на стадии цист) различной заблаговременности. Их особенность в использовании единого методического подхода для учёта качественного состава популяций и фоновых условий среды их обитания.

Ключевые слова: артемия, цисты, биомасса, запас, вылов, сырьевая база, рекомендованный вылов, методика.

Артемия и артемия (на стадии цист) относятся к стратегически важным объектам рыбохозяйственного комплекса России (Постановление Правительства Российской Федерации от 8.10.2020 г. №1629 «О внесении изменения в перечень стратегически важных товаров и ресурсов для целей статьи 261 Уголовного кодекса Российской Федерации»). Её рациональное использование подразумевает получение в ходе комплексных исследований репрезентативных данных о качественном составе популяций и фоновых условий среды обитания, на базе которых специалисты формируют научно обоснованные прогнозы состояния запасов.

Первым шагом к унификации исследований артемии стали «Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии», разработанные коллективом авторов в 2019 году (Литвиненко, Бизиков и др., 2019). Обобщение методических подходов, применяемых разными филиалами «ВНИРО» и анализ актуальных данных по изменению климата показали, что предложенные в 2019 году рекомендации не учитывают региональные особенности динамики запасов артемии и изменение условий среды её обитания, а также предлагают использовать устаревшие подходы к оценке промыслового запаса и обоснованию объёмов вылова, что является причиной низкого уровня информационного обеспечения прогнозов. В результате были созданы предпосылки к недоиспользованию артемии в одних районах либо её значительному перепромыслу в других районах.

Комплексный анализ организации и выполнения ресурсных исследований 2020-2022 гг., а также реализации результатов исследований, позволил актуализировать подходы к оценке состояния сырьевой базы и расчёта рекомендованного вылова артемии и артемии (на стадии цист). В частности, был уточнён объём и содержание исследований, научно обосновано минимальное количество станций, необходимых для получения репрезентативных данных. Изменения коснулись схемы оценки состояния запасов и обоснования рекомендованного вылова.

В частности, тенденции изменения состояния запасов и интенсивность добычи артемии предложено оценивать на основе материалов непрерывных данных промысловой статистики за последние пять или десять лет.

В расчётах объёма рекомендованного вылова учтены запретные сроки для осуществления промышленного рыболовства артемии в соответствии с действующей редакцией бассейновых Правил рыболовства (Приказ Минсельхоза России от 30.10.2020

№ 646 «Об утверждении правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна»). Был скорректирован Р/В-коэффициент, который вместо 3 для глубоководных и мелководных озёр, установлен дифференцировано на уровне 1 и 2, соответственно, что позволяет сохранить потенциал естественного воспроизводства артемии. Р/В-коэффициент также был скорректирован и для гипергалинных водных объектов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (5,39 вместо 4).

В актуализированной редакции «Методических рекомендаций...» представлена схема расчёта величины рекомендованного вылова для артемии. Она включает в себя следующие параметры:

- промысловый запас в предшествующем году;
- вылов в предшествующем году;
- средняя величина промыслового запаса за последние 5 лет;
- величина рекомендованного вылова в году, предшествующему году промысла.

К параметрам, формирующим представление о состоянии запасов артемии (на стадии цист) конкретного водного объекта, были отнесены:

- биомасса цист в толще воды (в том числе, в овисаках самок), на дне и в грунте;
- биомасса цист в промысловых скоплениях;
- объём добычи (вылова) цист;

в связи с этим были модифицированы схемы оценки запаса и рекомендованного вылова:

1. расчёт запаса цист в овисаках разновозрастных рачков летних генераций и завершающей (последней) генерации в текущем промысловом сезоне, при этом завершающей может быть любая генерация в зависимости от условий окружающей среды;

2. оценка общего и промыслового запасов цист в текущем сезоне формируется из следующих параметров:

- наличие самцов в бисексуальных популяциях;
- коэффициент всплытия донных (бентосных) цист с глубоководной (более 2,5 м) площади дна водоёма;
- коэффициент выклева цист отдельно с мелководной и глубоководной площадей дна водоёма;
- биомасса цист в промысловых скоплениях (на поверхности воды, вдоль уреза воды, а также на прилегающей прибрежной полосе);

3. ежемесячный объём вылова в текущем промысловом сезоне.

Оценка рекомендованного объёма вылова артемии (на стадии цист) складывается из следующих переменных:

- средняя величина рекомендованного вылова за последние 10 лет;
- средняя величина промыслового запаса цист за последние 10 лет;
- среднемноголетняя величина вылова за последние 5 лет, в случае непрерывного ряда данных;
- величина рекомендованного вылова в году, предшествующему году промысла;
- промысловый запас в предшествующем году;
- вылов в предшествующем году.

Наиболее противоречивым компонентом общего запаса являются донные (бентосные) цисты. На дне водоёма цисты накапливаются в течение нескольких лет и создают объёмы, превосходящие запасы цист в толще воды. Включение донных цист в общий и промысловый запасы в полном объёме нецелесообразно, так как они недоступны для добычи и составляют резерв водоёма для воспроизводства популяции в весенний период. Недостаточная изученность процессов их всплытия и накопления в донных грунтах не позволяла использовать всю их биомассу для площади глубоководных водоёмов, а двоякий принцип расчёта не решал проблему единого подхода и универсальности использования методики для водоёмов разных категорий. Подробные исследования на разнотипных гипергалинных озёрах Алтайского края в 2019-2022 гг. позволили сделать следующие выводы:

1. концентрация цист в разнотипных озерах нестабильна и зависит от типа грунта и сезона года;
2. цисты залегают в толще грунта на разных горизонтах, что обуславливает сложность их всплытия в полном объёме даже в период весеннего опреснения;
3. среди донных цист отмечены внешне-полноценные цисты с повреждениями внешней оболочки и неестественной окраски;
4. жизнеспособность донных цист нестабильна и отличается для разных глубин и разнотипных озёр.

По предварительным данным доля поднимающихся (всплывающих) в толщу воды донных цист с мелководной части акватории определена на уровне (до 98 %), с относительно глубоководной — от 25 до 55 %. Средняя выживаемость донных цист для мелководных и глубоководных озёр экспериментально оценена в 12 и 7 %, соответственно.

Каждый показатель и переменная, на основе которых оценивают общий и промысловый запас, а также обосновывают объём рекомендованного вылова, является результатом комплексных гидробиологических съёмок и анализа имеющихся данных диагностического и прогностического мониторингов, а также данных официальной промысловой статистики, предоставляемой территориальными управлениями Федерального агентства по рыболовству.

В результате актуализации действующих «Методических рекомендаций...» филиалы «ВНИРО» будут организовывать и проводить исследования качественного состава популяций и фоновых условий среды обитания, а также определять запас и обосновывать объём рекомендованного вылова в рамках единого методического подхода, что обеспечит повышение уровня информационного обеспечения прогнозов вылова артемии и артемии (на стадии).

Список литературы

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 рекомендованного объема добычи (вылова) артемии // М.: Изд-во ВНИРО, 50 с.

Постановление Правительства Российской Федерации от 8 октября 2020 г. № 1629 «О внесении изменения в перечень стратегически важных товаров и ресурсов для целей статьи 261 Уголовного кодекса Российской Федерации»

Приказ Минсельхоза России от 30.10.2020 г. № 646 «Об утверждении правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна».

Таксономическая структура и уровень развития фитопланктона Яндовой Губы Белого моря в 2017–2021 гг.

Е.В. Медведева, И.Ю. Македонская

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Архангельск

E-mail: medvedeva@severniro.ru

Аннотация. В работе определены соотношения основных таксономических групп и средние показатели численности и биомассы фитопланктона Яндовой Губы Белого моря в 2017–2021 гг., оценено видовое разнообразие сообществ с использованием индекса Шеннона, рассчитаны индексы сапробности и проведена оценка качества вод. По данным наблюдений зарегистрировано 307 таксонов водорослей рангом ниже рода; наиболее разнообразны диатомовые водоросли.

Ключевые слова: альгоценоз, фитопланктон, видовое разнообразие, индекс Шеннона, индекс сапробности, Яндовая Губа.

Фитопланктон является первым звеном трофической цепи и одним из основных продуцентов органического вещества в водоемах. Его биологические особенности во многом определяют структуру и функционирование водных экосистем в целом. Фитопланктон, как важный показатель состояния водных систем, широко используется в экологическом мониторинге и определении качества воды (Абакумов, 1979). Поэтому, особый интерес представляет изучение структурной организации фитопланктона как ключевого элемента в процессах биотического круговорота и самоочищения вод. Яндовая Губа – особый географический объект, охватывающий район впадения р. Северная Двина в приемный водоём (Белое море), формирующийся под влиянием специфических устьевых процессов и подверженный сильному антропогенному воздействию промышленных объектов и хозяйственно-бытовых стоков городов Северодвинск и Новодвинск. Результаты исследований многолетних изменений видовой структуры и уровня развития микроводорослей Яндовой Губы могут стать неотъемлемым аспектом в формировании теории прогнозов при мониторинговых наблюдениях крупных водных экосистем.

Целью данной работы является выявление особенностей таксономической структуры и количественных показателей фитопланктонного сообщества поверхностного слоя морских вод Яндовой Губы Белого моря в период мониторинга 2017–2021 гг.

Исследования фитопланктона проводились в рамках программы мониторинга Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича). Материалом для данной работы послужили 40 проб фитопланктона, отобранные на малой и большой водах в каждый сезон года. Отбор и обработка проб осуществлялись стандартными методами (Садчиков, 2003). Все организмы рассматривались под микроскопом МІКМЕД («ЛОМО») и определялись с помощью отечественных и зарубежных определителей и номенклатурных разработок. При таксономической идентификации использовались базы данных Интернет-ресурса (WoRMS) и Algaebase. Определение диатомей в препаратах проводилось по общепринятым методикам диатомового анализа (Диатомовые водоросли СССР, 1974). Для оценки разнообразия фитопланктонных сообществ использовали индексы Шеннона-Уивера (Шитиков, 2005). Для определения уровня загрязнения воды были рассчитаны индексы сапробности на основе численности обнаруженных в Яндовой Губе видов-индикаторов (Барина и др., 2006).

За все годы и сезоны исследований в Яндовой Губе было обнаружено 307 таксонов микроводорослей рангом ниже рода из 8 отделов. Наиболее широко были представлены отделы Bacillariophyta – 208 (67%) и Chlorophyta – 55 (17%). Остальные отделы были представлены небольшим количеством форм. Соотношение выявленных таксонов

микроводорослей является традиционным для акватории Белого моря (Бергер, 2007). Ведущими по флористическому богатству являлись диатомеи родов *Aulacoseira*, *Navicula*, *Nitzschia*. В целом, основываясь на соотношении водорослей из разных отделов, флористический состав фитопланктона можно охарактеризовать как диатомово-зелёный.

В зимние периоды исследования наблюдалось наименьшее количество видов фитопланктона, что связано с периодом ледостава и уменьшением солнечного излучения. Доминировали, как по численности, так и по биомассе диатомовые нитчатые *Aulacoseira granulata* Simonsen, 1979, *Melosira moniliformis* C. Agardh, 1824 и одноклеточные виды рода *Navicula*, чаще других встречалась *Navicula septentrionalis* Cleve, 1896. В весенний период чаще всего доминировали диатомовые *Achnanthes dispar* Cleve, 1891, *Aulacoseira granulata*, *Melosira moniliformis*. В качестве субдоминантов во всех пробах присутствовали – *Fragilaria crotonensis* Kitton, 1869 и *Navicula* sp. Летом состав преобладающих по численности водорослей изменялся незначительно. К доминантному виду *Aulacoseira granulata*, добавилась *Skeletonema costatum* Cleve, 1873, среди субдоминантов чаще встречались *Achnanthes delicatulum* Kützing, 1844 и многочисленные одноклеточные зелёные микроводоросли: *Chlorella* sp., *Chlamydomonas* sp. Наибольшее количество видов фитопланктона насчитывалось в весенне-летний период, что совпадает с сезонной сукцессией и вегетационной фазой развития.

В осенний сезон явных доминантов не наблюдалось. Чаще всего преобладали диатомовые водоросли *Aulacoseira granulata*, *Navicula* sp. и *Fragilaria crotonensis*. Высокое или низкое обилие фитопланктона, а также состав доминирующих видов в разные годы могло не совпадать. Возможной причиной межгодовой вариабельности могут служить сезонные и климатические особенности того или иного года (Ильяш и др., 2003).

В течение вегетационного периода численность и биомасса фитопланктона подвергались значительным колебаниям, но находились в рамках сезонной изменчивости. Наибольшие многолетние показатели численности наблюдались весной, изменяясь в пределах 52,7–289,6 млн. кл./м³, доминировали диатомовые (65–74%), основу сообщества составляли виды рода: *Aulacoseira*, *Navicula*. Минимальные многолетние показатели численности наблюдались зимой варьируясь от 5,26–62,7 млн. кл./м³, что можно объяснить низкими температурами и малым количеством солнечного излучения (Рисунок).

Динамика развития показателей биомассы микроводорослей характеризуется ярко выраженной сезонностью. Наибольшие многолетние показатели биомассы наблюдались летом изменяясь в пределах 306,9–1196,2 мг/м³, доминировали диатомовые (50–63%), основу сообщества составляли виды рода: *Aulacoseira*, *Melosira*, *Navicula*. Минимальные многолетние показатели биомассы наблюдались зимой, изменяясь в пределах 117,6–577,3 мг/м³, что можно объяснить снижением концентрации биогенных элементов (Рисунок). В 2017–2021 гг. среднегодовые значения численности изменялись от 50,6 до 60,8 млн. кл./м³, биомассы – от 333,7 до 577,7 мг/м³.

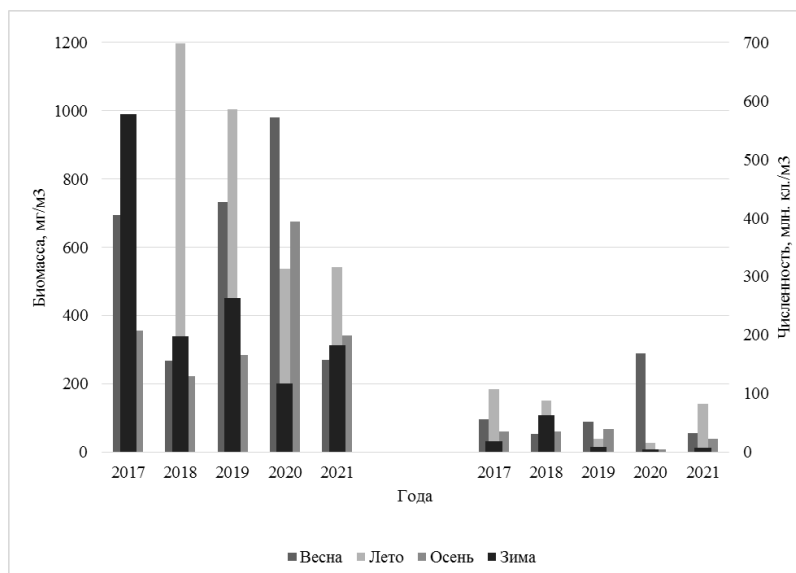


Рисунок. Многолетняя динамика численности и биомассы фитопланктона Яндовой Губы Белого моря, 2017–2021 гг.

Исследование фитопланктона Яндовой Губы Белого моря на альфа - уровне указывает, что наибольшим значением индекса Шеннона (H) как по численности, так и по биомассе характеризуется сообщество микроводорослей 2017 г. ($H = 4,36$ и $4,68$), что говорит о максимальном количестве составляющих его видов и отсутствии среди них выраженных доминантов. Минимальное значение по численности и биомассе характерно для 2021 г. ($H = 1,68$ и $2,15$). В целом значения индексов Шеннона указывают на среднюю сложность структуры сообществ фитопланктона в разные годы.

Индекс сапробности фитопланктона варьировал в диапазоне от 1,49 (2017 г.) до 1,78 (2020 г.). В соответствии с «Руководством по гидробиологическому мониторингу ...» (Абакумов, 1992) сапробиологическое состояние вод исследованной территории в 2017–2021 гг. соответствовало олиго-β-мезосапробной зоне (индекс сапробности 1,5–2,5) или III классу качества вод с умеренным содержанием органических веществ (умеренно загрязнённые).

Выводы. В период исследований 2017–2021 гг. в Яндовой Губе Белого моря было обнаружено 307 таксонов микроводорослей, принадлежащих к 8 отделам. По составу доминирующих групп сообщество фитопланктона характеризуется как диатомово-зеленое. Наиболее сложная структура фитоценоза по значениям индекса Шеннона наблюдалась в 2017 г. Численность и биомасса фитопланктона в районе исследований в разные годы подвергались значительным колебаниям, изменяясь от 5,26 до 289,6 млн. кл./м³ и от 117,6 до 577,3 мг/м³. соответственно, но находились в рамках сезонной изменчивости. Сапробиологическое состояние вод Яндовой Губы соответствовало олиго-β-мезосапробной зоне (умеренно загрязнённые), что указывает на относительно благополучное её состояние. Полученные материалы о структуре фитопланктона могут послужить для сравнения с другими участками Белого моря.

Список литературы

Абакумов В.А. 1979. Основные направления изменения водных биоценозов в условиях загрязнения окружающей среды. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистемы. Л.: Гидрометеиздат 2: 34–47.

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

Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 356 с.

Бергер В.Я. 2007. Продукционный потенциал Белого моря. Исследования фауны морей. СПб: ЗИН РАН 60(68): 92 с.

Диатомовые водоросли СССР (Ископаемые и современные). Л.: Наука, 1974. Т. 1. С. 367–403.

Ильяш Л.В., Житина Л.С., Фёдоров В.Д. 2003. Фитопланктон Белого моря. М.: «Янск–К», 2003. 168 с.

Садчиков А.П. 2003. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М.: Университет и школа, с. 155–157.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2005. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. М.: Наука, Книга 2. 337 с.

WoRMS (World Register of Marine Species. 2018-12-09. DOI: 10.14284/170)
[Электронный ресурс] Дата обращения 20.07.2022

<https://www.algaebase.org/> [Электронный ресурс] Дата обращения 24.08.2022

Состав и распределение макробентоса открытой прибойной бухты Пограничная острова Попова (Японское море)

С.А. Нужденко

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
E-mail: sergey.nuzhdenko@tinro-center.ru

Аннотация. Макробентос бух. Пограничная по данным дночерпательной съемки летом 2021 г. представлен 17 таксономическими группами. В пространстве донное население имеет мозаичное распределение с поочередно сменяющимися друг друга пятнами повышенных и пониженных концентраций. Показатели обилия изменяются в очень широких пределах от 0,003 до 1489,4 г/м² и от 3 до 1765 экз./м². Основной вклад в создание его общей биомассы вносят Gastropoda (34,9%), Bivalvia (25,8%), Magnoliophyta (16,4%) и Echinoidea (15,4%), численности - Phoronidae (56,3%), Polychaeta (14,7%), Gastropoda (11,2%) и Amphipoda (10,4%). Роль каждой из этих категорий бентоса на разных участках неодинаковая. Средняя биомасса макробентоса составила 281,5±64,4 г/м², плотность поселения – 884,4±334,8 экз./м².

Ключевые слова. Макробентос, распределение, биомасса, плотность поселения, бухта Пограничная, залив Петра Великого.

Бухта Пограничная вдается в юго-восточный берег о-ва Попова. С юго-запада ограничена п-овом Ликандера, с северо-востока – п-овом Маленький. Относится к открытому типу. Ее длина составляет порядка 2,5 км, площадь 2,54 км². Бухта представляет большой интерес для промысла в ней двустворчатого моллюска спизулы *Spisula sachalinensis*. Общий запас здесь составляет порядка 307 тонн (Соколенко, Седова, 2008). Однако без знаний о других представителях донной фауны невозможно рационально использовать имеющиеся ресурсы данного вида.

Цель работы – выяснить состав и описать характер пространственного распределения макробентоса в бух. Пограничная.

Материал собран в ходе дночерпательной съемки на моторном судне и надувной лодке 16-17 июня 2021 г. в бух. Пограничная. На глубинах от 3 до 12 м количественный учет макробентоса произведен дночерпателем «Ван-Вина» (площадь вырезания 0,1 м², глубина врезания – 0,05–0,15 м) в трех повторностях на каждой станции (24 станции); на глубинах от 0,6 до 0,8 м – дночерпателем Петерсена (площадь вырезания 0,025 м², глубина врезания – 0,05-0,10 м) в пяти повторностях на каждой станции (6 станций). Всего на 30 станциях отобрано и обработано в соответствии с российскими и зарубежными методиками (Нейман, 1983, Recommended protocols, 1987) 102 пробы. Построение графических карт и расчет ресурсов макробентоса осуществляли в ГИС MapInfo Professional.

В составе макробентоса бух. Пограничная зарегистрировано 17 таксономических групп. На большинстве станций присутствовали Polychaeta, Bivalvia, Amphipoda и Isopoda (частота встречаемости 80–95%). У Echinoidea, Cumacea, Gastropoda, Nemertea, Phoronidae и Ophiuroidea встречаемость была на уровне 30–60%. Редко и очень редко попадались Decapoda, Actinaria, Algae, Magnoliophyta, Ostracoda, Asteroidea и Holothuroidea. Частота их встречаемости не превышала 20%. На одной станции одновременно находилось от 2 до 11 групп.

Распределение макробентоса оказалось весьма неравномерным. Имеет мозаичный вид с поочередно сменяющимися друг друга пятнами повышенных и пониженных концентраций при разбросе биомассы от 0,003 до 1489,4 г/м² и плотности поселения – от 3 до 1765 экз./м² (Рисунок). На большей площади дна показатели обилия находились на уровне 50–800 г/м² и 100–1000 экз./м². Повышенные значения биомассы складывались за счет Magnoliophyta (до

866 г/м²), Gastropoda (до 1421,6 г/м²) и Bivalvia (до 884,9 г/м²); численности – Amphipoda (до 1765 экз./м²), Phoronidae (до 8458 экз./м²) и Gastropoda (до 1545 экз./м²).

Таблица. Количественные характеристики макробентоса бух. Пограничная в июне 2021 г.

Таксон	Биомасса, г/м ²				Плотность поселения, экз./м ²			
	Mean	%	min	max	Mean	%	min	max
Actiniaria	+	+	0,02	0,16	0,44±0,26	0,05	3	6
Nemertea	0,44±0,18	0,16	0,03	3,83	2,22±0,56	0,25	3	9
Polychaeta	3,33±0,81	1,18	0,12	18,89	129,85±39,56	14,68	8	773
Ostracoda	+	+	0,01	0,01	0,33±0,33	0,04	10	10
Cumacea	0,11±0,09	0,04	+	2,63	12,99±8,82	1,47	3	266
Isopoda	2,71±0,68	0,96	0,12	18,42	25,89±6,65	2,93	3	180
Amphipoda	0,30±0,17	0,11	0,01	5,27	92,22±59,03	10,43	3	1765
Decapoda	2,04±1,57	0,73	0,01	45,04	1,11±0,68	0,13	3	20
Gastropoda	98,19±52,43	34,88	0,11	1421,65	98,93±55,52	11,19	3	1545
Bivalvia	72,53±32,56	25,76	0,04	884,92	12,79±2,44	1,45	3	48
Phoronidae	6,25±3,52	2,22	0,02	88,65	497,84±304,55	56,29	3	8458
Asteroidea	3,38±3,38	1,20	101,53	101,53	0,22±0,22	0,03	7	7
Ophiuroidea	0,71±0,29	0,25	0,37	6,08	2,00±0,67	0,23	3	13
Echinoidea	43,39±13,04	15,41	0,66	293,85	7,30±1,57	0,83	3	27
Holothuroidea	0,05±0,05	0,02	1,51	1,51	0,22±0,22	0,03	7	7
Algae	1,84±1,74	0,65	0,09	52,080	-	-	-	-
Magnoliophyta	46,25±33,18	16,43	521,62	865,96	-	-	-	-
Всего	281,52±64,42	100	+	1489,36	884,35±334,75	100,00	3	1765

Примечание. «+» – значение менее 0,01

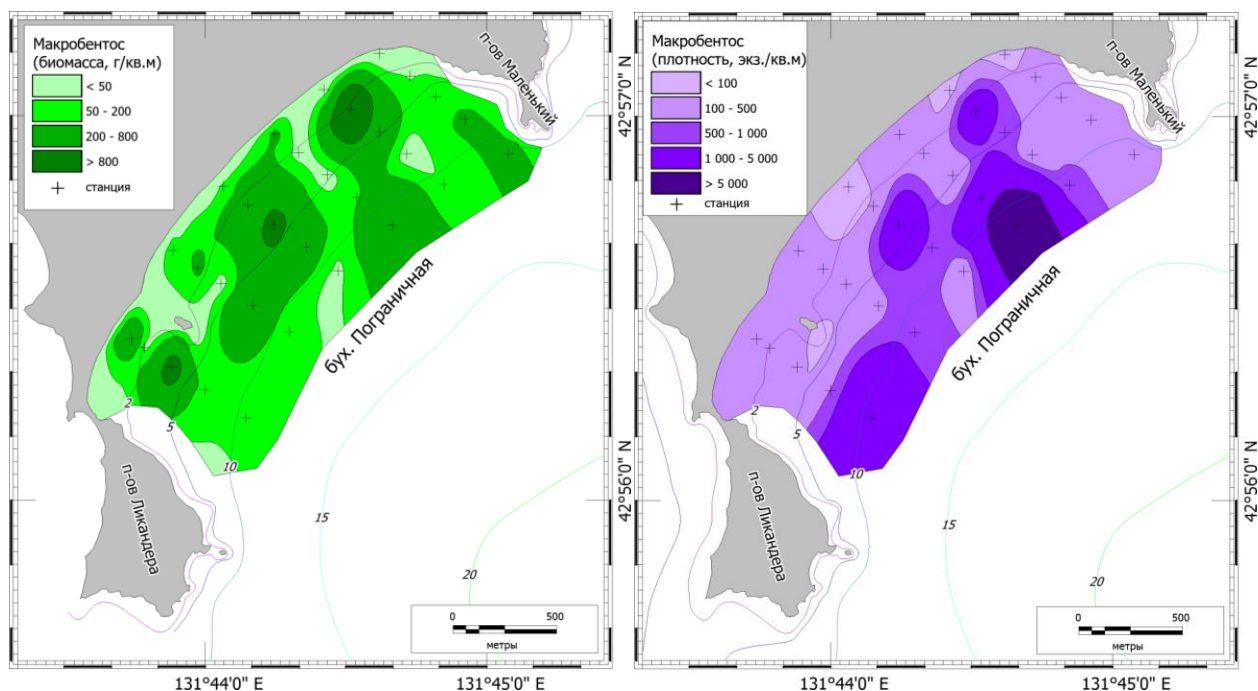


Рисунок. Распределение общей биомассы (г/м²) (слева) и численности (экз./м²) (справа) макробентоса в бух. Пограничная

Пятнистый тип распределения донных животных обычно связывают с неоднородностью условий обитания на дне. Вполне очевидно, что оптимальные для них условия будут соответствовать местам с высокой их численностью и большой биомассой. Причем такие участки могут удовлетворять потребности, как одного вида, так и нескольких сразу (Микулич, Бирюлина, 1970).

Определенную роль в распределении макробентоса бух. Пограничная играет гидродинамика. Об этом в частности свидетельствует соотношение биомассы макрофитов и

донных беспозвоночных в пользу последних. При наличии подходящих для обитания морских трав рода *Zostera* обширных участков дна с песчаными и илисто-песчаными грунтами, они не образуют мощных зарослей, а растут отдельными куртинами. То есть высокая гидродинамическая активность среды не позволяет им здесь массово развиваться. В отличие от морских трав с корневой системой донные животные хорошо адаптированы к обитанию в условиях подвижного субстрата. При неблагоприятных обстоятельствах они способны глубоко зарываться в грунт.

Среди промысловых видов в б. Пограничная отмечены мактра *Mactra chinensis*, спизула, глицимерис *Glycymeris yessoensis*, каллитака *Protocallithaca adamsii*, мия *Mya truncata*, плоский серый еж *Scaphechinus griseus* и необыкновенный плоский еж *S. mirabilis*. Основу биомассы промысловых беспозвоночных формировали *Bivalvia* (84,4%) и, главным образом, *M. chinensis* (63,1%), основу численности – Echinoidea (63,3%), преимущественно за счет *S. griseus* (62,1%). К перспективным объектам промысла нами отнесен брюхоногий моллюск *Umbonium costatum*. Его общий запас здесь составляет порядка 150–170 т.

В целом в пределах обследованной акватории (0,21 км²) общий запас дночерпательного макробентоса оценен в 583,4 т, из которых более половины (329,4 т) можно было отнести к кормовой базе nekтона и nekтобентоса. Его средняя биомасса составила 281,2±64,4 г/м², плотность поселения – 884,4±334,8 экз./м². В сравнении с другими бухтами зал. Петра Великого (Микулич, Волова и др., 1980; Климова, 1980; Галышева, Коженкова, 2009; Галышева, 2004) средняя биомасса дночерпательного макробентоса бух. Пограничная является невысокой.

Список литературы

Волова Г.Н., Жакина Т.И., Микулич Л.В. 1980. Бентос бухты Алексева. Прибрежный планктон и бентос северной части Японского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР: 32–56.

Галышева Ю.А., Коженкова С.И. 2009. Макробентос залива Находка Японского моря. Известия ТИНРО 156:135-158.

Галышева Ю.А. 2004. Сообщества макробентоса сублиторали зал. Восток Японского моря в условиях антропогенного воздействия Японского моря. Биология моря 30 (6): 423-431.

Климова В.Л. 1980. Донная фауна залива Посыета. Прибрежный планктон и бентос северной части Японского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР: 20–31.

Микулич Л.В., Бирюлина М.Г. 1970. Некоторые вопросы гидрологии и водная фауна залива Посыета. Труды Дальневосточного научно-исследовательского гидрометеорологического института 30: 300-316.

Нейман А.А. 1983. Рекомендации по исследованию бентоса шельфов. М.: ВНИРО, 24 с.

Соколенко Д.А., Седова Л.Г. 2008. Распределение и ресурсы спизулы сахалинской *Spisula sachalinensis* в прибрежных водах Приморья. Известия ТИНРО 155: 66-75.

Recommended Protocols for Sampling and Analyzing Subtidal Benthic Macroinvertebrate assemblages in Puget Sound. 1987. Seattle: US EPA, 30 p.

Плотность посадки склерактиниевых кораллов и структура сообществ макросимбионтов

Р.А. Петроченко^{1, 2}, Ф.В. Лищенко^{2, 3}, Т.А. Бритаев²

¹МГУ имени М.В.Ломоносова, г. Москва

²Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН, г. Москва

³Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр, приморское отделение, Вьетнам, г. Нячанг

E-mail: petrochenko.roman.2017@post.bio.msu.ru

Аннотация. Было исследовано влияние плотности посадки коралловых колоний на структуру сообществ макросимбионтов. 200 фрагментов колоний *Pocillopora verrucosa* были высажены на 5 металлических рамок с разным числом фрагментов на рамку. После 3 месяцев экспозиции фрагменты были отобраны, а все макросимбионты были собраны, идентифицированы и подсчитаны. Видовое богатство симбиотического сообщества варьировало от 0 до 14 видов на колонию, а количество симбиотических животных – от 0 до 30 особей на колонию. Плотность повлияла как на численность, так и на видовое богатство облигатных и факультативных симбионтов, но направление этого влияния различно. С увеличением плотности хозяев видовое богатство и численность облигатных симбионтов значительно увеличивались, а у факультативных симбионтов эти показатели снижались. В то же время, значимого и упорядоченного влияния плотности хозяев на видовое богатство и численность всего симбиотического сообщества не наблюдалось.

Ключевые слова: симбионты, экология, кораллы, *Pocillopora*, ракообразные

Коралловые сообщества представляют собой сложные экосистемы, включающие множество организмов, многие из которых являются симбиотическими. Макросимбионты, такие как ракообразные, моллюски и черви, тесно связаны с кораллами и играют важную роль в таких сообществах – в особенности облигатные симбионты, способные жить только в них. Коралловые колонии обеспечивают их пищей, убежищем и местом нереста, а сами симбионты защищают колонии от хищников, удаляют осадок и организмы-образатели (Glynn, Enochs, 2011). На структуру симбиотического сообщества и его устойчивость могут сильно влиять изменения параметров среды, давления хищников и паразитов, параметров колоний хозяев. Один из таких факторов – плотность посадки колоний. Бритаев и Михеев (2012) заметили, что количество облигатных симбионтов и их видов было выше в тесно сгруппированных коралловых колониях, в то время как Lewis и Snelgrove (1990) наблюдали изолированные колонии, содержащие большее разнообразие симбионтов, чем в сплошных слоях. Чтобы определить, влияет ли межколониальная плотность кораллов на структуру сообщества, мы провели эксперимент с высаженными коралловыми колониями. Наша гипотеза заключалась в том, что увеличение плотности посадки кораллов влияет на видовое богатство и обилие симбионтов. Целью данного исследования было экспериментальное подтверждение этой гипотезы.

Полигон для эксперимента располагался во Вьетнаме, в бухте Дам Бай недалеко от города Нячанг. Эксперимент был начат в апреле 2020 года. 200 мелких фрагментов колоний *Pocillopora verrucosa* были собраны, очищены от симбионтов и высажены на металлические рамки размером 1x1,5 м, возвышающиеся над дном на 40 см, с плотностью 20, 30, 40, 50 и 60 фрагментов на рамку. Через 3 месяца экспозиции фрагменты были собраны, а все макросимбионты, населяющие их, собраны, зафиксированы в 96% этаноле, идентифицированы и подсчитаны. При статистической обработке применялся тест Крускала-Уоллиса, колонии с мертвой тканью и выраженным обесцвечиванием были исключены; всего в тесте были 177 колоний.

Всего насчитывалось 67 видов животных, 19 из которых были облигатными симбионтами. Видовое богатство сообществ варьировало от 0 до 14 видов на колонию, а количество симбиотических животных – от 0 до 30 особей на колонию. Наблюдения показали, что плотность коралловых колоний оказала существенное влияние на симбиотическое сообщество, однако лишь на некоторые из изученных признаков. В частности, отношение общего количества симбиотических видов к объему колонии значительно различалось между рамками. С другой стороны, не выявлено четкое направление вариаций между группами (рис. 1а). Численность симбионтов в сообществе не испытывала статистически значимых различий между рамками. Наблюдалась тенденция к её снижению (рис. 1б).

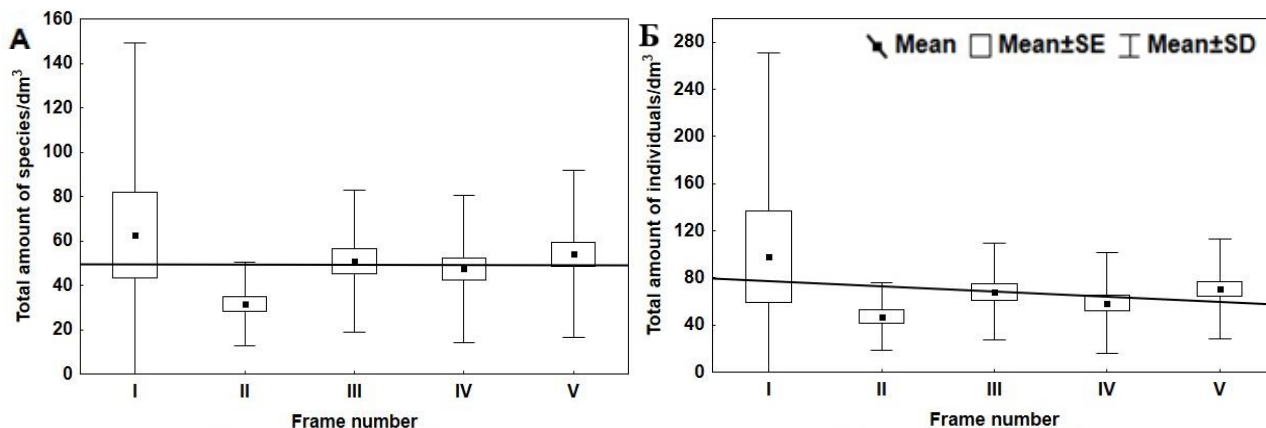


Рисунок 1. Общее видовое богатство и обилие симбионтов. А): видовое богатство симбионтов. Вертикальная ось – общее число видов на dm^3 , горизонтальная – номер рамки. Б): обилие симбионтов. Вертикальная ось – общее число особей на dm^3 , горизонтальная – номер рамки.

Различия в отношении числа видов облигатных симбионтов к объему колонии были еще более выраженными. В отличие от общего числа видов, число видов облигатных симбионтов увеличивалось с увеличением плотности колоний (рис. 2а). Численность облигатных симбионтов также увеличивалась с увеличением плотности посадки кораллов (рис. 2б).

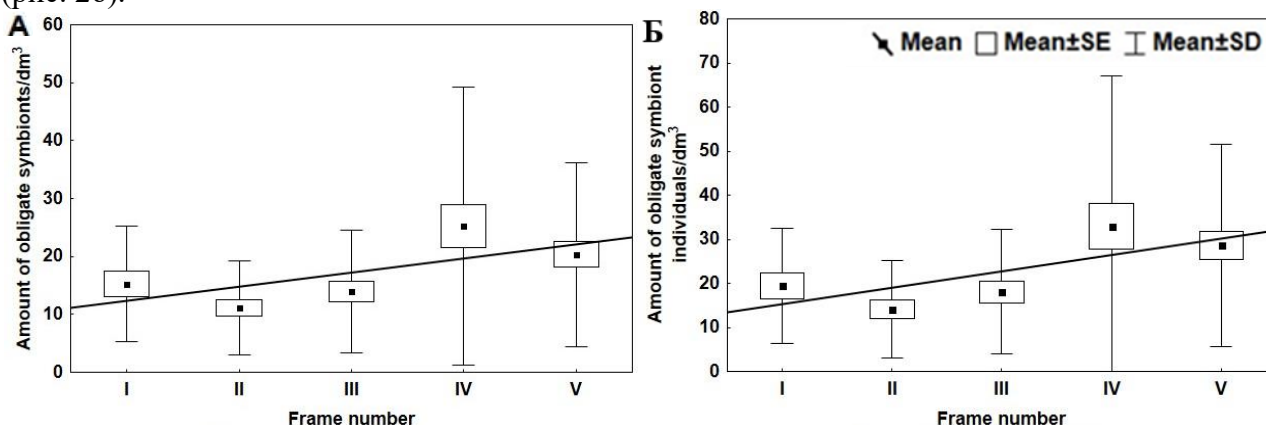


Рисунок 2. Видовое богатство и обилие облигатных симбионтов. А): видовое богатство облигатных симбионтов. Вертикальная ось – число видов облигатных симбионтов на dm^3 , горизонтальная – номер рамки. Б): обилие облигатных симбионтов. Вертикальная ось – число особей облигатных симбионтов на dm^3 , горизонтальная – номер рамки.

Достоверных различий в отношении числа видов факультативных симбионтов к объему колонии обнаружено не было. В то же время тенденция показала, что этот параметр

уменьшается с увеличением плотности коралловых колоний (рис. 3а). Численность факультативных симбионтов также уменьшалась по мере увеличения плотности посадки. (рис. 3б).

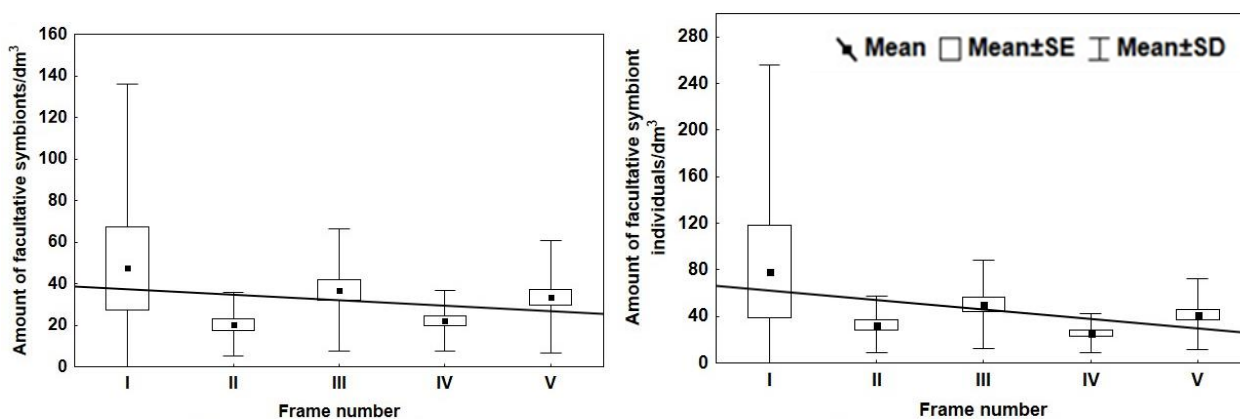


Рисунок 3. Видовое богатство и обилие факультативных симбионтов. А): видовое богатство облигатных симбионтов. Вертикальная ось – число видов факультативных симбионтов на dm^3 , горизонтальная – номер рамки. Б): обилие факультативных симбионтов. Вертикальная ось – число особей факультативных симбионтов на dm^3 , горизонтальная – номер рамки.

Таким образом, с увеличением плотности посадки характеристики облигатных и факультативных симбиотических сообществ имели противоположные тенденции, вероятно, из-за конкуренции территориальных облигатных симбионтов с факультативными.

Работа была выполнена при поддержке гранта РФФ 22-24-00836.

Список литературы

Britayev T.A., Mikheev V.N. 2013. Clumped spatial distribution of scleractinian corals influences the structure of their symbiotic associations // *Doklady Biological Sciences*. – Springer Nature BV, 448(1): 45. DOI: 10.1134/S0012496613010146

Glynn P.W., Enochs I.C. 2011. Invertebrates and their roles in coral reef ecosystems // *Coral reefs: an ecosystem in transition*: 273-325. DOI: 10.1007/978-94-007-0114-4_18

Lewis J.B., Snelgrove P.V.R. 1990. Corallum morphology and composition of crustacean cryptofauna of the hermatypic coral *Madracis mirabilis* // *Marine Biology*. 106 (2): 267-272. DOI: 10.1007/BF01314810

Результаты рекогносцировочных исследований малых озер Алтайского края

Я.С. Пяткова, Г.В. Лукерина, Т.О. Ронжина, Г.Д. Толкушкина, Д.А. Сурков

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул

E-mail: pyatkova-iana@ya.ru

Аннотация. В работе представлены результаты рекогносцировочных исследований на 26 малых водоемах Алтайского края. Актуализированы морфометрические показатели озер и условия внешней среды. Выявлены основные представители зоопланктона.

Ключевые слова: мониторинг, гипергалинные водоемы, артемия, зоопланктон.

Алтайский край является обладателем самого значительного и самого перспективного в России фонда артемиевых озер (Соловов, Студеникина, 1990). Специалистами «АлтайНИРО» проводятся ежегодные мониторинговые исследования гипергалинных водоемов, имеющих промысловое значение. Несмотря на длительный срок проведения научных работ, малым гипергалинным водоемам, уделяется недостаточно внимания, что привело к отсутствию актуальных данных об их экосистемах.

В связи с этим, целью работы было проведение рекогносцировочных работ на малых водоемах Алтайского края для выявления потенциально-промысловых гипергалинных озер для осуществления промышленного рыболовства в отношении артемии и артемии (на стадии цист).

Материалом для подготовки работы послужили данные исследований, проведенных в весенний и летний периоды 2021 и 2022 годов на 26 водоемах Алтайского края (Таблица). Были отобраны пробы воды на химический состав, зоопланктона, бентоса и образцы артемии (на стадии цист).

Определение морфометрических показателей озер (площадь, длина береговой линии) выполняли с помощью Калькулятора площадей (<https://3planeta.com/googlemaps/google-maps-calculator-ploschadei.html>). Отбор проб осуществляли согласно методике (Методические рекомендации..., 2019). Определение таксономического состава зоопланктона проводили с помощью определителей (Кутикова, 1970; Определитель зоопланктона..., 2010). На момент исследования 2 озера (Министрал, Солёные ключики) были полностью пересохшие, в них не удалось отобрать пробы и провести измерения показателей окружающей среды.

Все исследуемые водоемы расположены в Юго-Западной части Алтайского края. Рассматриваемая область относится к бессточной, с практически неразвитой речной сетью. Основной гидрографический рисунок представлен озерами Кулундинской степи, различных по гидрогеологическому положению и разнообразных по химическому составу вод. Также исследуемая территория края характеризуется засушливостью, что приводит к недостатку увлажненности территории в период наибольшей инсоляции (Соловов, 1999).

Большинство исследованных водоемов, относится к малым и очень малым по площади озерам (Китаев, 2007): 3 озера (11,5 %) имели площадь менее 1 км²; у 17 озер (65,4 %) – 1–5 км²; по 3 озера (11,5 %) имели площадь в пределах 5–10 км² и более 10 км². Слабоизвилистая береговая линия (коэффициент извилистости менее 1,5) характерна для большинства озер (16), среднеизвилистая (коэффициент в пределах 1,5–2,0) и сильноизвилистая (коэффициент более 2,0) береговую линию имели по 5 водоемов, соответственно. Малая площадь акватории и мелководность большинства озер обуславливали пересыхание (частичное или полное) в течение летнего периода.

Таблица. Результаты рекогносцировочных исследований озер Алтайского края, 2021-2022 г.

№ п/п	Озеро	Район расположения	Координаты	Площадь, км ²	Длина береговой линии, км	Коэффициент извилистости	Пределы солености, г/дм ³	pH	Представители зоопланктона
1	Левый Близнец	Михайловский	51°42'N 79°47'E	1,30	4,03	1,0	91–173	8,6	<i>p. Artemia</i>
2	Правый Близнец		51°42'N 79°48'E	1,80	6,63	1,4	85–245	8,6	<i>p. Artemia</i> , п/кл. <i>Copepoda</i>
3	Вшивка		51°45'N 79°39'E	5,80	12,95	1,5	150	8,0	<i>p. Artemia</i>
4	Йодное		51°41'N 79°48'E	2,65	12,11	2,1	109–186	9,0	<i>p. Artemia</i>
5	Живописное		51°43'N 79°52'E	0,75	3,55	1,2	82–208	9,7	<i>p. Artemia</i>
6	Узкое		51°42'N 79°51'E	0,33	4,93	2,4	63–162	9,3	<i>p. Artemia</i> , сем. <i>Branchinectidae</i>
7	Каратал		51°54'N 79°12'E	1,51–2,56	15,35	2,7	320	7,5	–
8	Жыркаин		51°87'N 79°24'E	1,17–1,58	9,50	2,1	277	8,4	<i>p. Artemia</i>
9	Солёные ключики		51°54'N 79°19'E	2,77	10,55	1,8	–	–	–
10	Министрал		51°45'N 79°47'E	0,54–1,52	8,44	1,9	–	–	–
11	Танатар 4	Ключевский	51°63'N 79°85'E	1,52	6,56	1,5	0	9,4	тип <i>Ritifera</i> , отр. <i>Cladocera</i> , п/кл. <i>Copepoda</i>
12	Танатар 5-6		51°62'N 79°84'E	5,57	14,27	1,7	10–12	9,6	тип <i>Rotifera</i>
13	Дунай		52°00'N 79°31'E	10,20–10,33	29,58	2,6	190–202	–	<i>p. Artemia</i>
14	Петухово	Кулундинский	52°06'N 79°09'E	3,63	8,40	1,2	43	9,9	тип <i>Rotifera</i> , отр. <i>Cladocera</i>
15	Шекулдук		52°31'N 78°52'E	7,69	11,43	1,2	40	9,3	<i>p. Artemia</i>
16	Улькенколь		52°29'N 78°53'E	4,12	8,31	1,2	18	9,3	п/кл. <i>Copepoda</i>
17	Каракуль		52°31'N 79°03'E	3,57	9,33	1,4	28	9,6	п/кл. <i>Copepoda</i>
18	Большое Сор		52°47'N 78°91'E	1,15	4,82	1,3	2–12	9,6	тип <i>Rotifera</i> , п/кл. <i>Copepoda</i>
19	Малое Сор	52°45'N 78°92'E	0,35–0,53	3,72	1,4	7–14	9,3	п/кл. <i>Copepoda</i> , сем. <i>Branchinectidae</i>	
20	Бауженсор	Благовещенский	52°45'N 79°27'E	12,60	13,45	1,1	134–280	8,2	<i>p. Artemia</i>
21	Беленькое	Табунский	52°59'N 78°57'E	4,71	8,17	1,1	40–80	8,7	п/кл. <i>Copepoda</i> , <i>p. Artemia</i>
22	Бурлинское	Бурлинский	53°08'N 78°24'E	31,60–36,04	23,69	1,1	246–340	7,8	–
23	Оян-Кошкарсор		53°13'N 78°07'E	1,28–1,41	5,10	1,2	24	9,1	тип <i>Rotifera</i>
24	Кулаксор		53°15'N 78°04'E	1,77	5,38	1,1	80–182	8,3	<i>p. Artemia</i>
25	Джультульды		53°23'N 78°13'E	3,48	7,36	1,1	126–212	8,0	<i>p. Artemia</i>
26	Уйнак	53°10'N 78°06'E	2,07	7,36	1,4	50–246	9,0	<i>p. Artemia</i> , тип <i>Rotifera</i>	

По гидрологическому режиму, уровню солености воды и составу зоопланктона исследованные озера можно условно разделить на следующие группы:

– соленость в пределах 0–40 г/дм³. Зоопланктон представлен коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными. Единично отмечены науплиусы и цисты артемии, а также цисты, науплиусы и взрослые особи представителей сем. Branchinectidae (9 озер);

– соленость в пределах 60–212 г/дм³. В зоопланктоне доминирует артемия, отмечены партеногенетические и обоеполые популяции (9 озер). Также отмечаются представители веслоногих ракообразных и сем. Branchinectidae;

– периодически пересыхающие, соленость в пределах 140–200 г/дм³. Отмечены цисты и науплиусы артемии в весенний период. В летний период практически полностью пересыхают (4 озера);

– соленость выше 250–300 г/дм³. Представители зоопланктона отсутствуют (2 озера);

– полностью пересохшие, с образованием солевого осадка (2 озера).

Относительно границ оптимального развития популяций артемии имеются различные мнения, в среднем нижней границей оптимума можно считать 100 г/дм³, верхней – 250 г/дм³ (Методические рекомендации..., 2019). В пределах этих показателей солености популяция артемии развивается устойчиво, стабильно, продуктивно, не имеет пищевых конкурентов. По рекогносцировочным исследованиями, лишь 11 водоемов по уровню солености воды находились в границах оптимума.

Обследованные озера были разнообразными по показателю рН. Водоемы имели слабощелочную и щелочную реакцию среды: 7,5–8,5 отмечался в 7 озерах; 8,6–9,5 – в 12 озерах; 9,6–10,0 – в 5 озерах. Известно, что пределы рН для выживаемости популяции артемии составляют 6–9, оптимальные значения 7–8 (Пермякова, 2012). По нашим исследованиям, популяции артемии отмечались в озерах с показателями активной реакции среды в пределах 8,0–9,7.

Рекогносцировочные исследования 26 водоемов Алтайского края в 2021 и 2022 годах показали, что большинство малых озер характеризуются непостоянными внешними условиями. Артемия отмечена в 14 водоемах, которые можно отнести к её временным местообитаниям.

Список литературы

Китаев С.П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 395 с.

Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) Подкласс Eurotatoria (Отряды Ploimida, Minimotochida, Paedotrochida). [Определители по фауне. 104]. Л., 744 с.

Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендуемого объема добычи (вылова) артемии. 2019. Литвиненко Л.И., Бизиков В.А., Ковачева Н.П., Саенко Е.М., Веснина Л.В., Куцанов К.В., Семик А.М., Паршин-Чудин А.В. М.: Изд-во ВНИРО, 50 с.

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

Пермякова Г.В. 2012. Жаброногий рачок *Artemia* Leach, 1819 в гипергалинных озерах Алтая (на примере озера Большое Яровое). Автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирский государственный аграрный университет. Новосибирск, 23 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.

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.

Зоопланктон реки Ока (Нижегородская область) в 2018-2021 гг.

Т.Р. Самохвалова

Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НижегородНИРО»), г. Н. Новгород
E-mail: tr.sam@list.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения зоопланктона реки Ока в границах Нижегородской области на различных типах биотопов (русловой и прибрежной зонах) в период 2018-2021 гг. Отмечаются стабильно низкие показатели обилия зоопланктеров в русле, исключая отдельные станции, характеризующиеся повышенной численностью и биомассой. Доминирующей группой на большинстве русловых станций являются коловратки. Прибрежная часть характеризуется большими показателями обилия и доминированием ветвистоусых ракообразных.

Ключевые слова: зоопланктон, р. Ока, численность, биомасса, кормность.

Ока – равнинная река европейской части России, второй по величине приток Волги. Устьевой участок реки имеет большое хозяйственное значение, являясь важным источником водоснабжения Нижнего Новгорода (Ручкин и др., 2018). Кроме того, Ока участвует в формировании Чебоксарского водохранилища и относится к рыбохозяйственным водным объектам высшей категории.

Стоит отметить, что экологическое состояние устьевого участка реки Оки признается неудовлетворительным как по гидрохимическим, так и по гидробиологическим показателям. Значительные антропогенные воздействия могут не только влиять на изменение структуры планктонных сообществ, но и являться предпосылкой для вселения инвазивных видов зоопланктона. Так, по данным других авторов (Жихарев и др., 2017), в зоопланктоне реки Ока встречается два вида-вселенца: североамериканская коловратка *Kellicottia bostoniensis* и *Diaphanosoma orghidani* – вид южного происхождения. Инвазии чужеродных видов могут являться серьезной угрозой биоразнообразию и урон от них, по оценке некоторых исследователей, может превышать результаты различных форм антропогенных воздействий (Золотарева и др., 2016). В связи с этим актуальным является вопрос изучения видового разнообразия и количественных характеристик зоопланктонных организмов бассейна реки Ока. Цель настоящей работы состоит в выяснении видового состава и количественных характеристик зоопланктона реки Ока.

В ходе исследований, проводимых в русловой и прибрежной зонах р. Оки с 2018 по 2021 год, было обнаружено 43 вида зоопланктонных организмов, из которых Rotifera – от 6 до 26 видов, Cladocera – от 4 до 12 видов, Copepoda – от 1 до 5 видов.

Во все годы наблюдений отмечалось низкое обилие зоопланктеров в русле реки, не превышающее по численности 80 тыс. экз./м³, а по биомассе лишь на отдельных станциях достигающее уровня в 0,06 г/м³. Самые высокие показатели обилия характерны для станций в районе г. Павлово и Ефремовского затона, на них же обычно отмечается наибольшее видовое разнообразие и преобладание по численности и биомассе ветвистоусых ракообразных. На подобных станциях доминирующим видом является *Diaphanosoma brachyurum*, значительно преобладая над видом-вселенцем *Diaphanosoma orghidani*. Остальные русловые станции чаще всего характеризуются резким доминированием коловраток видов *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus angularis*, *Polyarthra vulgaris*. На отдельных участках это единственная группа, представленная в зоопланктоне.

Для прибрежной части реки во многие годы характерны значительно более высокие показатели обилия. Численность зоопланктеров на них может достигать 250 тыс. экз./м³, а биомасса – 4,5-5,5 г/м³. Однако в некоторые годы (например в 2020-2021 гг.) биомасса остается низкой даже в заливах, лишь в Ефремовском затоне приближаясь к показателям

средней кормности (1 г/м³). В годы, характеризующиеся наибольшим обилием, наблюдается доминирование ветвистоусых ракообразных видов *Diaphanosoma brachyurum* и *Bosmina longirostris*, а также веслоногого рачка – *Eudiaptomus graciloides*. В 2020-2021 гг. в прибрежной зоне преобладали коловратки видов *Brachionus angularis*, *Polyarthra dolichoptera* и *Trichocerca pusilla*.

Таким образом, русло реки Ока во все годы исследований обладало чертами низкокормного олиготрофного водоема. Прибрежная же часть демонстрировала высокие показатели кормности и эвтрофности в 2018-2019 гг., но в 2020-2021 гг. кормность на них не достигала среднего уровня, хоть и была выше, чем в русле. В ранние годы исследований реку в целом можно было охарактеризовать как средnekормный водоем, за счет высокого обилия зоопланктона в прибрежных зонах. Однако средние показатели обилия значительно снизились в последние годы (Таблица). Хотя прибрежные станции и показывают более высокие показатели, чем русловые, но также не достигают средней кормности, позволяя характеризовать р. Оку в настоящее время, как низкокормный олиготрофный водоем.

Таблица. Средние показатели численности и биомассы зоопланктона р. Ока (2018-2021 гг.).

Годы	Численность, экз./м ³	Биомасса, г/м ³
2018	144,00	2,17
2019	178,30	2,90
2020	39,42	0,19
2021	54,35	0,17
Среднее	104,02	1,36

Список литературы

Жихарев В.С., Кудрин И.А., Гаврилко Д.Е. 2017. Инвазийные виды зоопланктона акватории зоны речной гидравлики Чебоксарского водохранилища и устьевое участка реки Оки (Нижегородская область, Россия). Сборник тезисов участников форума «Наука будущего – наука молодых». Том 2. Нижний Новгород, 18-21.

Золотарева Т.В., Гаврилко Д.Е., Жихарев В.С., Ильин М.Ю., Кудрин И.А., Голубева Д.О., Шурганова Г.В. 2016. Распространение видов-вселенцев зоопланктона в разнотипных водных объектах Нижегородской области. Великие реки-2016: труды научного конгресса 18-го Международного научно-промышленного форума: в 3-х томах, Нижний Новгород: ННГАСУ, 284-286.

Ручкин Д.С., Гаврилко Д.Е., Шурганова Е.В. 2018. Оценка экологического состояния устьевое участка реки Оки по данным 2017 года. «Биосистемы: организация, поведение, управление»: 71-я Всероссийская с международным участием школа-конференция молодых ученых. Нижний Новгород, 190.

Современное состояние зообентоса рек Коршуниха, Гандюха, Усть-Илимского водохранилища и его Коршуновского залива

К.В. Слугина, Е.С. Колпакова

¹Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (БайкалНИРО), г. Улан-Удэ
E-mail: ksysha23.11@mail.ru

Аннотация. Представлены количественные характеристики и таксономический состав организмов бентоса рек Коршуниха и Гандюха, а также залива Коршуновский и части Усть-Илимского водохранилища.

Ключевые слова: зообентос, таксономический состав, залив, водохранилище.

На реках Коршуниха, Гандюха и примыкающих к устьям участках Усть-Илимского водохранилища с Коршуновским заливом в летний период 2021 года были выполнены исследования состояния зообентоса.

Фауна зообентоса реки Коршуниха была представлена 22 таксонами видового и надвидового рангов, относящихся к 8 систематическим группам: малощетинковые черви, брюхоногие моллюски (*Choanomphalus* sp.), личинки поденок (*Baetis rhodani*, *Baetis* gr. *lapponicus*, *Baetis fuscatus*, *Rhithrogena* sp., *Ecdyonurus inversus*, Heptageniidae indet.), веснянок (*Brachyptera* sp., сем. Chloroperlidae), ручейников (*Ecclisomyia* sp., *Rhyacophila* sp.), и двукрылых насекомых (Diptera) включающих комаров-звонцов (*Cricotopus* sp., *Orthocladius oliveri*, *Syndiamesa* gr. *nivosa*, *Parorthocladius* sp., *Psectrocladius* sp., *Tanytarsus* gr. *gregarius*, *Dicrotendipes notatus*, *Pentapedilum* sp.), мокрецов, мух береговушек (*Setacera aunata*). Численность (N) в течение сезона на ст. 1.1 (фоновая) варьировала в пределах 213-771 экз./м² (среднее значение – 470 экз./м²), биомасса (B) – 1,02-5,43 г/м² (2,61 г/м²); на ст. 1.2 (500 м от выпуска сточных вод) N – 1796-12555 экз./м² (7528 экз./м²), B – 1,66-4,68 г/м² (309 г/м²); на ст. 1.3 (в устье р. Коршуниха) N – 173-479 экз./м² (319 экз./м²), B – 0,23-1,22 г/м² (0,84 г/м²).

В составе зообентоса Коршуновского залива обнаружено 48 таксонов из 11 групп: малощетинковые черви, пиявки (*Helobdella stagnalis*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia heteroclita*), двустворчатые моллюски (*Euglesa* sp., *Musculium* sp., *Sphaerium corneum*, *Sphaerium* sp.), брюхоногие моллюски (*Valvata* sp., *Cincinna* sp.), бокоплавы (*Gmelinoides fasciatus*), личинки жуков (*Donacia* sp., *Huiphidrus* sp.), большешкрылые (*Sialis* sp.), стрекоз (*Coenagrion hastulatum*, *Erythromma najas*, *Anax imperator*), поденок (*Ephemera vulgata* *Ephemera* sp., *Caenis horaria*, *B. fuscatus*), комаров-звонцов (*Cricotopus flavocinctus*, *Cricotopus* gr. *algarum*, *Cricotopus* gr. *silvestris*, *Cricotopus* sp., *Psectrocladius bisetus*, *Procladius* sp., *Tanypus* sp., *Tanypus kraatzi*; *Chironomus* sp., *Chironomus meigela*, *Cryptochironomus* gr. *defectus*, *Cryptochironomus* gr. *viridulus*, *D. notatus*, *Endochironomus stackelbergi*, *Endochironomus albipennis*, *Glyptotendipes gripekoveni*, *Glyptotendipes* sp., *Kiefferulus tendipediformis*, *Parachironomus varus*, *Paracladopelma nais*, *Paratanytarsus* gr. *lauterborni*, *Polypedilum nubeculosum*, *Polypedilum nubifer*, *Polypedilum* sp., *Sergentia* gr. *longiventris*, *Sergentia* sp.) и мокрецов. В акватории Коршуновского залива на ст. 2.1 (500 м от устья р. Коршуниха) N изменялась в пределах 160-572 экз./м² (в среднем – 408 экз./м²), B – от 0,59 до 5,81 г/м² (2,57 г/м²); на ст. 2.2 (1000 м от устья р. Коршуниха) N – 333-1410 экз./м² (962 экз./м²), B – 2,17-3,88 г/м² (3,17 г/м²); на ст. 2.3 (1500 м от устья) N – 399-944 экз./м² (647 экз./м²), B – 1,70-5,95 г/м² (3,80 г/м²); на ст. 2.4 (2000 м от устья) N – 386-1091 экз./м² (865 экз./м²), B – 3,54-12,83 г/м² (6,89 г/м²); на ст. 2.5 (на выходе из залива) N – 346-785 экз./м² (505 экз./м²), B – 2,37-3,78 г/м² (3,11 г/м²).

В составе зообентоса Усть-Илимского водохранилища обнаружено 25 таксонов из 12 групп: малощетинковые черви, пиявки (*H. stagnalis*, *G. complanata*, *G. heteroclita*, *Erbobdella*

sp.), двустворчатые моллюски (*Musculium* sp.), брюхоногие моллюски (Planorbidae), бокоплавы (*G. fasciatus*), личинки жуков (*Brychius* sp.), большекрылых (*Sialis* sp.), стрекоз (*Erythromma najas*, Odonata indet.), поденок (*C. horaria*, *E. vulgata*), ручейников (*Dicosmoecus palatus*), сетчатокрылых (*Sisyra fuscata*), комаров-звонцов (*Procladius* sp., *Cladotanytarsys* gr. *mancus*, *Cryptochironomus obreptans*, *D. notatus*, *Microtendipes pedellus*, *E. albipennis*, *G. gripekoveni*, *Glyptotendipes glaucus*, *P. gr. lauterborni*, *T. gr. gregarius*). На ст. 3.1 (контрольный створ, 500 м по течению от Коршуновского залива) N – 186-545 экз./м² (390 экз./м²), B – 0,63-3,18 г/м² (1,79 г/м²); на ст. 3.2 (контрольная, 1000 м по течению от Коршуновского залива) N – 386-585 экз./м² (466 экз./м²), B – 0,80-3,67 г/м² (1,80 г/м²); на ст. 3.3 (фоновая, 1000 м выше по течению от Коршуновского залива) N – 785-1569 экз./м² (1104 экз./м²), B – 1,21-5,27 г/м² (3,05 г/м²).

В реке Гандюха обнаружено 19 таксонов из 7 групп: малоцетинковые черви, пиявки (*Erpobdella* sp.), брюхоногие моллюски (*Lymnaea (Peregriana) ovata*, *Choanomphalus* sp.), личинки поденок (*Ephemerella ignita*, *Paraleptophlebia submarginata*), ручейников (*Anabolia* sp.), комаров-звонцов (*C. gr. algarum*, *Orthocladius* sp., *Prodiamesa olivacea*, *Psectrocladius* sp., *Potthastia gaedii*, *Ablabesmyia* sp., *Telopelopia* sp., *C. gr. mancus*, *C. gr. algarum*, *D. notatus*, *G. glaucus*, *P. gr. lauterborni*) и мошек. На ст. 4.1 (фоновая, выше зоны воздействия) N – 27-718 экз./м² (346 экз./м²), B – 0,08-1,76 г/м² (0,80 г/м²); на ст. 4.2 (контрольная, 500 м от выпуска сточных вод) N – 53-585 экз./м² (324 экз./м²), B – 0,41-10,97 г/м² (4,22 г/м²) (Панкратова 1970; Панкратова, 1977; Панкратова, 1983; Тесленко, 2009; Цалолихин, 2001; Цалолихин, 2016).

Список литературы

- Панкратова В.Я. 1970. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthoclaadiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipidae). Л.: «Наука», 344 с.
- Панкратова В.Я. 1977. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: «Наука», 154 с.
- Панкратова В.Я. 1983. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР. (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: «Наука», 296 с.
- Тесленко В.А. 2009. Определитель веснянок (Insecta, Plecoptera) России и сопредельных стран. Имаго и личинки. Владивосток: «Дальнаука», 382 с.
- Цалолихин С.Я. 2001.. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые. СПб.: «Наука», 825 с.
- Цалолихин С.Я. 2016. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / Российская акад. наук, Зоологический ин-т, Т. 2, 456 с.

Распределение и размерный состав сальпы по данным исследований в 69-м рейсе СТМ «Атлантида» в 2020 г.

А.М. Сытов¹, Д.А. Козлов², С.В. Попов²

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), г. Калининград

E-mail: sytov@vniro.ru

Аннотация. В работе приводятся данные по пространственному распределению, плотности и размерному составу сальп семейства Salpidae в Районе 48 в январе-декабре 2020 г. по данным российской съемки на судне СТМ «Атлантида». В работе приведены обобщенные данные по двум видам сальп встречающихся в районе исследования - *Salpa thompsoni* и *Ihleia racovitzai*, полученные с помощью исследовательского трала Айзекса-Кида. Частотное распределение длины сальпы дано в соответствии со стратами: море Скотия (SS), Южные Шетландские острова (SSI), остров Мордвинова и остров Жуэнвиль (EI) и пролив Брансфилд (BS). По данным массовых промеров стандартной длины наиболее часто встречающийся класс – 31-40 мм.

Ключевые слова: сальпа, АЧА, АНТКОМ, распределение, СТМ «АТЛАНТИДА»

В работе использованы материалы, полученные в ходе 69-го рейса СТМ «АТЛАНТИДА». Судно выполняло акустическую съемку антарктического криля в Антарктической части Атлантики (АЧА), сопровождаемую сбором данных по биологии криля, условиям окружающей среды, а также учету видов прилова. Период работ - с января 2020 по март 2020 гг. Район исследований охватывал большую часть западного сектора АЧА, свободную ото льда, включая современные и исторические участки промысла. В районе работ было выделено четыре мезомасштабных страта: море Скотия (SS), Южные Шетландские острова (SSI), остров Мордвинова и остров Жуэнвиль (EI) и пролив Брансфилд (BS).

Траления осуществлялись исследовательским тралом Айзекса-Кидда с площадью раскрытия 6 м², ячеей 6,5 мм. Данные плотности сальпы основаны на 179 тралениях в зоне АНТКОМ и основаны на данных вылова и расчете профильтрованного тралом объема воды (протраленного объема). Массовые промер проводился на 123 траловых станциях. Из-за ограниченности во времени массовый промер проводился на 30-40 особях сальп. Суммарно выполнено более 3541 промеров длины сальпы. Стандартная длина сальп измерялась с точностью до 1 мм в соответствии с методикой Foxton (1966). Далее данные размерного состава объединялись в классы с шагом 5 мм.

Параллельно производилась фиксация сальпы из уловов, полученных планктонной сетью Богорова-Расса 80/113 с размер ячеей около 350 мкм, для дальнейшей камеральной обработки. Эти данные в данном исследовании не приводятся.

Основным видом прилова при тралениях в зоне АНТКОМ тралом Айзекса Кидда были сальпы семейства Salpidae. Они встречались практически во всех уловах. Доля сальпы в уловах колебалась от 0 до 100 % (от 0 до 55,947 кг). Сальпы (*Salpa thompsoni* и *Ihleia racovitzai*) встречались во всех районах исследований. В районе исследований отмечалось довольно значительное количество сальпы, которую можно было также наблюдать не только в уловах, но и визуалью с борта судна. Сальпа держалась преимущественно ленточными колониями, достигающими длины в несколько метров (визуальное наблюдение).

Наиболее часто сальпы встречались к северу от Южных Оркнейских островов, в открытой части моря Скотия, в проливе Брансфилд и вокруг Южных Шетландских островов. Несмотря на присутствие сальпы в пределах всего района исследований (за исключением

прибрежных районов вокруг Южных Оркнейских островов, острова Жуэнвиль и к северо-западу от острова Мордвинова), плотность сальпы по данным траловых уловов была низка (рисунок 1).

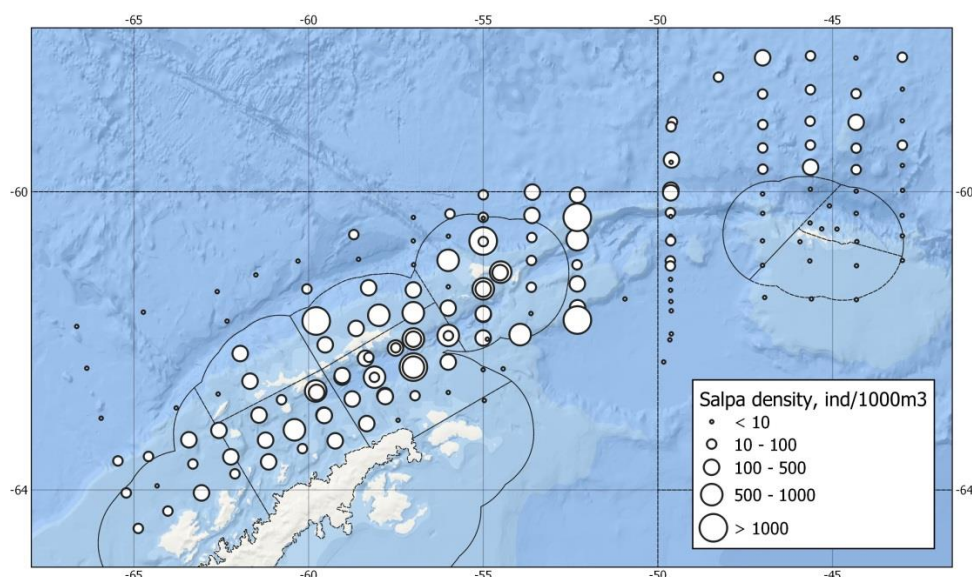


Рисунок 1. Плотность сальпы на основе данных исследовательского трала Айзакса-Кидда в январе-марте 2020 г.

Наиболее «плотные» скопления отмечены в районе Южных Шетландских островов и острова Мордвинова. Распределение и концентрация сальпы были ограничены в зоне взаимодействия вод высокоширотной модификации (воды моря Уэдделла) и вод южной периферии АЦТ (Вторичная фронтальная зона Антарктики - ВФЗА или Фронт южной границы Антарктического Циркумполярного течения - ЮАЦТФ).

По данным массовых промеров стандартной длины наиболее часто встречающийся класс – 31-40 мм. Во всех выделенных стратах наблюдалось преобладание сальпы с размерным классом 31-40 мм, за исключением страта Scotia Sea, где преобладал класс 21-30 мм. Встречаемость сальпы варьировала в уловах от 0 до 100% во всех выделенных стратах (рисунок 2).

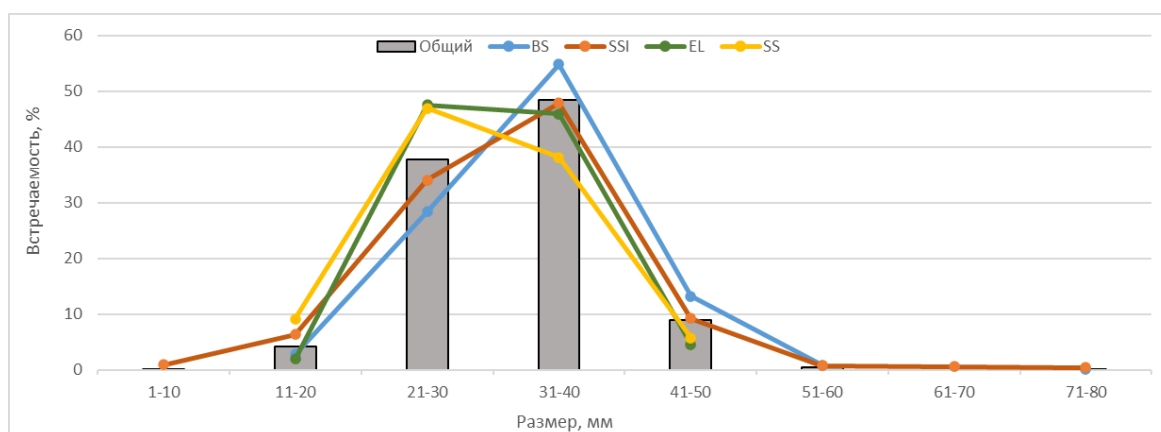


Рисунок 2. Распределение стандартной длины сальп в целом в районе исследований и по стратам.

В страте моря Скотия сальпа была представлена особями с длиной от 8 до 42 мм (модальные классы 19, 24 и 28 мм), средняя длина соответственно составила 25,6 мм.

Средняя масса по району изменялась от 0,433 до 3,067 г и в целом по району составила 1,356 г.

В страте острова Мордвинова сальпа была представлена особями с длиной от 11 до 48 мм (модальные классы 23, 28 и 31 мм), средняя длина составила 28,8 мм. Средняя масса по району изменялась от 0,867 до 3,075 г и в целом по району составила 1,827 г.

В страте пролива Брансфилд сальпа была представлена особями с длиной от 12 до 73 мм (мода 28, 33 и 35 мм), средняя длина составила 32,9 мм. Средняя масса по району изменялась от 1,267 до 4,533 г и в целом по району составила 2,744 г.

В страте Южных Шетландских островов была представлена особями с длиной от 8 до 77 мм (мода 23, 28 и 33 мм), средняя длина составила 30,3 мм. Средняя масса по району изменялась от 0,333 до 3,767 г и в целом по району составила 2,159 г.

Сравнивая данные по распределению и концентрации сальп полученные в 2020 г. и в ходе проведения синоптической съемки АНТКОМ-2000 можно отметить присутствие сальп на всей площади района исследований (Kawaguchi et al., 2004). Проведение кластерного анализа в будущем даст более полную картину распределения размерных групп сальп в Районе 48, однако даже сравнивая частотное распределение длины сальп по стратам можно сказать, что в более северных районах (теплых водах АЦТ) преобладали более крупные особи.

Дальнейший анализ распределения и биологических характеристик сальпы с учетом концентрации фитопланктона с учетом океанологических характеристик в январе-марте 2020 г. даст более полную картину современной экологии различных видов сальп в экосистеме Антарктики.

Список литературы

Foxton P. 1966. The distribution and life-history of *Salpa thompsoni* Foxton with observations on a related species, *Salpa gerlachei*. Discov. Rep. 34. – P. 1-116.

Kawaguchi S., Siegel V., Litvinov F., Loeb V., Watkins J. 2004. Salp distribution and size composition in the Atlantic sector of the Southern Ocean. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 51(12-13), 1369-1381.

Определение индивидуального возраста *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) с использованием статолитов

О.А. Хорошутина¹, Ф.В. Лиценко²

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

E-mail: khoroshutina@vniro.ru

Аннотация: *Rapana venosa* – вид брюхоногих моллюсков, отмечающийся в Черном море с середины XX века. Традиционно для оценки индивидуального возраста рапаны используются методики подсчета нерестовых отметок и отметок на оперкулуме, однако они страдают от недостатка точности. В работе анализируются результаты применения методики оценки индивидуального возраста *R. venosa* с использованием статолитов. Оценка возраста моллюсков производилась путем подсчёта концентрических отметок на шлифах статолитов, также измерялись общие диаметры статолитов и диаметра колец каждого года. На основании этих данных был смоделирован рост статолита с применением функции Бертеланфи. Рост раковины смоделирован как с использованием данных, полученных при обработке статолитов, так и с помощью расчетных данных.

Ключевые слова: рапана, *Rapana venosa*, статолит, определение возраста.

Rapana venosa (Valenciennes, 1846) (Gastropoda: Neogastropoda: Muricidae) – вид хищных морских брюхоногих моллюсков, исходно обитающий в морях Тихого океана: Японском, Желтом, Восточно-Китайском (ICES, 2004). В Чёрном море моллюск отмечается с 1940-х годов, по-видимому, он был завезен с балластными водами торговых судов (Драпкин, 1953). Рапана интенсивно добывается в Черном море Россией, Украиной, Турцией, Болгарией и другими черноморскими странами (Переладов, 2013). В то же время, будучи активным хищником, *R. venosa* наносит существенный вред поселениям двустворчатых моллюсков, в том числе таким коммерчески ценным видам, как устрицы и мидии. Традиционно для оценки индивидуального возраста рапаны используются методики подсчета нерестовых отметок и отметок на оперкулуме, однако они страдают от недостатка точности (Чухчин, 1961; Косьян, 2011). Принимая во внимание, что научно-обоснованная регуляция промысла основана на знании популяционной динамики, а также точной оценке индивидуального возраста и роста, цель настоящего исследования – апробация точного метода определения возраста с использованием внутренней регистрирующей структуры - статолитов, который мог бы быть использован в качестве рутинной процедуры.

Материалы и методы. 250 экземпляров *R. venosa* были собраны водолазным методом в марте 2021 года вблизи мыса Большой Утриш (Черное море, Россия) на глубине 30-35 м, расстояние до берега 300-500 м, грунт каменисто-песчаный. Моллюски с высотой раковины > 23 мм были транспортированы в лабораторию в живом состоянии, 237 были заморожены для последующей обработки, а 13 из них содержались в аквариумах с морской водой (соленость 18 ‰, t = 23-25 °C) в течение 2-х месяцев с целью возможного получения кладок. Кладки, отложенные моллюсками, изымались из аквариума после 2-х недель развития и фиксировались 96% C₂H₅OH. Затем мы производили вскрытие овотек, извлечение и измерение эмбрионов и эмбриональных статолитов с использованием микроскопа Lomo Mikmed-6 с видеосистемой Touptek Photonics FMA050. Для изучения статолитов взрослых моллюсков использовались ранее замороженные экземпляры. Биологический анализ включал измерение высоты, ширины раковины, высоты последнего оборота, длины устья, длины и ширины оперкулума, определение массы моллюска и массы раковины, определение пола. Тело моллюска рассека-

лось в саггитальной плоскости, вблизи педального ганглия локализовался статоцист, из него извлекался статолит. Статолиты промывали водой, высушивали при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, наклеивали на предметное стекло термопластичной смолой Crystalbond™ 509, шлифовали с одной стороны до центральной плоскости. У всех отшлифованных статолитов произведен подсчет отметок (рис. 1), измерен общий диаметр, диаметр отметки поселения и всех остальных отметок. Всего извлечено и обработано 59 пар статолитов (5 эмбриональных и 54 взрослых особей).

Точность оценки возраста оценивалась путем вычисления коэффициента вариации (CV) между двумя независимыми оценщиками: $CV = \frac{\sqrt{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2}}{R}$ [1], где R_1, R_2 – количество отметок, подсчитанное первым и вторым оценщиком соответственно, R – среднее количество отметок для обоих оценщиков. Статистическая достоверность различий в высоте раковины и возрасте между самцами и самками была оценена с помощью непараметрического критерия Манн-Уитни с поправкой на непрерывность. Поскольку статистически значимых различий, обусловленных полом, не было найдено, при дальнейшем моделировании самки и самцы были объединены. Диаметр статолитов увеличивается с возрастом моллюска, и его рост лучше всего описывается логарифмическим уравнением. Мы применили простую экспоненциальную функцию $Y = a \times (\exp(b \times X)) + c$ [2] для описания обратной зависимости, т.е. для моделирования возраста животного на основе диаметра его статолита. Линейный рост раковины моллюска моделировался функцией фон Берталанфи (von Bertalanffy, 1938) $H_t = H_{\infty}(1 - \exp(-K(t - t_0)))$ [3], где H_{∞} - асимптотическая высота раковины, K - коэффициент

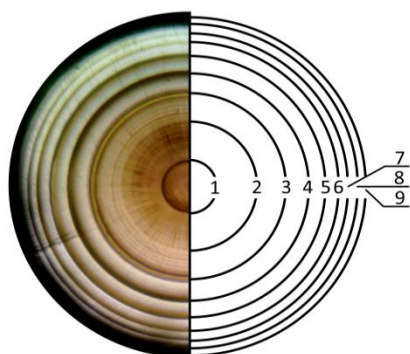


Рисунок 1. Статолит *R. venosa* с отметками роста.

роста, а t_0 - теоретический возраст при нулевой длине. К д а н н ы м по высоте раковины и возрасту, а также отдельно для оценок возрастов, полученных на основе измерений и оцененных с использованием модели [2], была применена функция потерь наименьших квадратов для оценки точности модели. В с е тесты проводились с использованием программного обеспечения Statistica v. 12.0.

Результаты и обсуждение. Высота раковины *R. venosa* изменялась в пределах от 31,2 до 89,2 мм, диаметры статолитов - от 182,2 до 299,0 нм у взрослых особей и от 15,2 до 20,2 нм у эмбрионов. Количество отметок роста составило от 4 до 12 у взрослых особей (средний коэффициент вариации $CV = 13,4\%$), в то время как на эмбриональных статолитах отметки не обнаружены. Это подтверждает, что отметки роста формируются на последних стадиях эмбрионального развития или вскоре после выклева. Зависимость возраста моллюсков от высоты раковины представлена на рис. 2. Модель с подобранными коэффициентами:

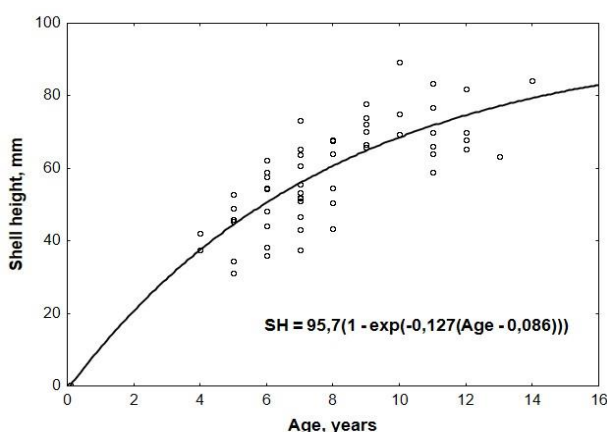


Рисунок 2. Модель роста, основанная на эмпирических данных

коэффициентами:

$H_t = 95,7(1 - \exp(-0,13(t - 0,086)))$ [4], коэффициент детерминации R составил 0,91, доля учтенной дисперсии составила 0,83. Остатки изменялись в пределах от 0,004 до 20,7 мм, среднее значение остатков составило 6,8 мм. Результаты моделирования возраста моллюсков на основе диаметра статолитов представлены на рис. 3. Модель с подобранными коэффициентами: $A = 2,67 \exp(0,006 Dst)$ [5], где A – возраст, Dst – диаметр статолита.

Значение коэффициента детерминации достигло 0,99, доля учтенной дисперсии составила 0,98. Так как предполагаемый возраст измеряется в годах, остаточными значениями можно было пренебречь. Среднее значение CV между моделируемым возрастом и эмпирическими данными составило 6,28%.

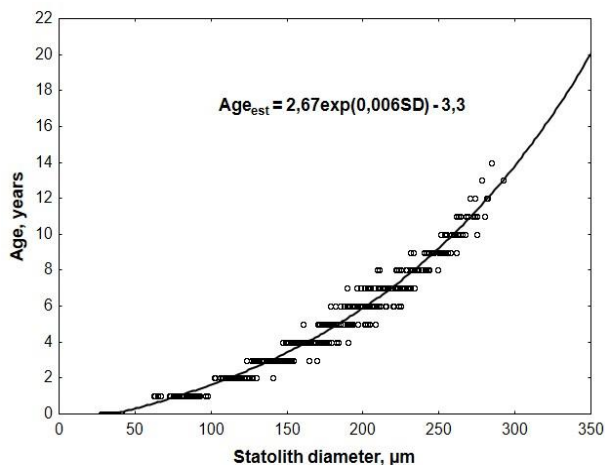


Рисунок 3. Модель возраста моллюсков, основанная на диаметрах статолитов.

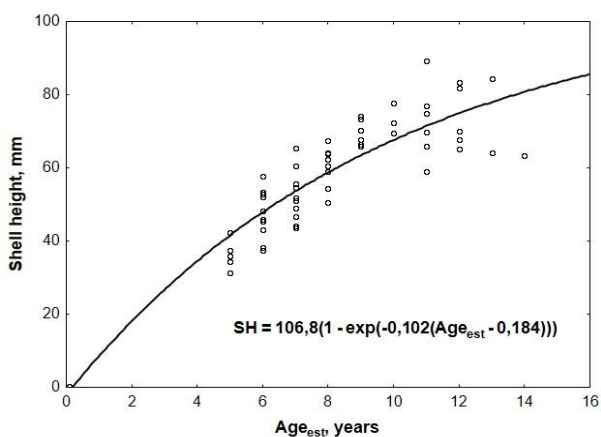


Рисунок 4. Модель, описывающая рост раковины моллюска, основанная на рассчитанном возрасте.

М о д е л ь, описывающая рост раковины моллюсков, основанная на рассчитанном возрасте, представлена на рис. 4. Модель с подобранными коэффициентами: $H_t = 106,8(1 - \exp(-0,102(t - 0,186)))$ [6], коэффициент детерминации R составил 0,94, доля учтенной дисперсии составила 0,88. Остатки изменялись в пределах от 0,16 до 17,8 мм, среднее значение остатков составило 5,8 мм. Между двумя описанными подходами не обнаружилось статистически достоверных различий, что показывает, что модель роста статолитов может быть использована для оценки возраста рапаны, то есть, фактически, возраст моллюска может быть оценен исходя из диаметра статолита.

З а к л ю ч е н и е. Таким образом, данные моделирования показывают, что возраста *R. venosa* можно достаточно точно оценить, используя только диаметр статолита, без учета данных по количеству кольцевых отметок на каждом статолите. В то же время зависимость возраста моллюска от диаметра статолита может варьировать для разных регионов. Кроме того, необходимы дополнительные исследования для подтверждения периодичности образования отметок роста и времени образования первой отметки.

Благодарности. Авторы сердечно благодарят Михаила Владимировича Переладова и Александра Ежеля за помощь в сборе материала и замечания, высказанные в процессе работы, а также Николину Петкову Ковачеву и Дмитрия Сергеевича Печенкина за предоставление аквариумов и неоценимую помощь в содержании моллюсков.

Список литературы

- Драпкин Е.И. 1953. Новый моллюск в Черном море. Природа. Т. 9., 92–95.
- Косьян А.Р., Антипушина Ж.А. 2011. Определение индивидуального возраста *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) по динамике ^{18}O в карбонатах раковины. Океанология. Т. 51. Вып. 6., 1082–1082.
- Переладов М.В. 2013. Современное состояние популяции и особенности биологии рапаны (*Rapana venosa*) в северо-восточной части Чёрного моря. Труды ВНИРО. Т. 150, 8–20.
- Чухчин В.Д. 1961. Рост рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Севастопольской бухте. Тр. Севастоп. биол. станции. Т. 14., 169–177.
- ICES. 2004. Alien species alert: *Rapana venosa* (veined whelk). In: R. Mann, A. Occhipinti, J. M. Harding, (editors). ICES Cooperative Research Report N° 264. 14 pp.
- Von Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). Human biology 10(2), 181–213.

Многолетняя динамика зоопланктонного сообщества в озере Салтаим-Тенис Омской области

Ю.В. Шаруха, Л.С. Визер, П.С. Балацкий

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Новосибирск

E-mail: zapsibniro@vniro.ru

Аннотация. В работе приводятся многолетние гидробиологические характеристики озера Салтаим-Тенис за 2010-2021гг. Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось в 2018г. – 23, минимальное в 2012г. – 7, всего 46 таксонов за весь период исследований. Средняя многолетняя численность составила – 60,37 тыс.экз./м³, биомасса – 2,10г/м³, что характеризует озеро как водоем β-мезотрофного типа, среднего класса продуктивности. Максимальная численность отмечалась в 2014г – 208,21 тыс.экз./м³, минимальная в 2020г. – 2,26 тыс.экз./м³. Наибольшая биомасса составила 3,57 г/м³ в 2010г., наименьшая – 0,03 г/м³ в 2020г.

Ключевые слова: Зоопланктон, озеро, численность, биомасса

Озеро Салтаим-Тенис входит в систему Больших Крутинских озер, расположено на территории Омской области в бассейне р.Иртыш. Общая площадь составляет 22,9 тыс.га и состоит из двух плесов 12,3 и 10,6 тыс.га, которые соединены между собой протокой. В водоем впадает множество рек, вытекает только одна – р.Оша. Озеро мелководно, средняя глубина – 3м, максимальная – 4м, периодически заморный [Визер, 2018]. Является рыбопромысловым водоемом. Ихтиофауна представлена карасем серебряным – *Carassius auratus* (L.), лещом – *Abramis brama* (L.), сазаном – *Cyprinus carpio* (L.), щукой – *Esox lucius* (L.), судаком – *Sander lucioperca* (L.) и окунем пресноводным – *Perca fluviatilis* (L.). Среднегодовой улов рыбы составляет 370,1 т. Основную долю промысловой ихтиомассы (45,2%) обеспечивает карась (Отчет о НИР, 2021).

Сбор гидробиологического материала проводился с 2010 по 2021 гг. Использовались данные предыдущих исследователей (2010-2016 гг.) (Пручевич Л.С. и др., 2018). Обработка материала осуществлялась по стандартным методикам (Методические рекомендации, 1982). Для удобства сравнения были использованы данные только за летний период. Расчет корреляции выполнялся в программе Microsoft Office Excel.

На основании проведенного анализа результатов многолетних гидробиологических исследований в зоопланктонном сообществе оз.Салтаим-Тенис обнаружено 46 видов. Из них к Rotifera относится 19 таксонов, к Cladocera – 14, к Copepoda – 13.

Максимальное число видов было отмечено в 2018г.-23, минимальное в 2012г.-7.

На протяжении всего исследования зоопланктонный комплекс менялся. Наиболее часто встречающимися организмами являлись: *Keratella quadrata* Müller, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Daphnia galeata* Sars, *Daphnia longispina* O.F. Müller, *Bosmina longirostris* O.F. Müller, *Chydorus sphaericus* Leudig, *Alona affinis* (Leudig), *Bythotrephes longimanus* Leudig, *Eudiaptomus graciloides* Lill., *Megacyclops viridis* Jurine, *Thermocyclops oithonoides* Sars, *Mesocyclops leuckarti* Claus.

Численность зоопланктона за рассматриваемый период варьировала в пределах 2,26 - 208,21 тыс.экз/м³. В годы с минимальной численностью основу сообщества формировали ветвистоусые ракообразные (82,9%), в частности *Daphnia longispina* – 37,4%. В годы с максимальной численностью доминирующей группой выступали так же ветвистоусые – 147,13 тыс.экз/м³ (70,6%).

Биомасса зоопланктонного сообщества изменялась от 0,09 до 3,57 г/м³. Основу сообщества в годы с наименьшей и наибольшей биомассой формировали ветвистоусые ракообразные – 95,9% и 59,4%, соответственно.

Средняя многолетняя численность составила – 60,37тыс.экз./м³, биомасса – 2,10г/м³, что характеризует озеро как водоем β-мезотрофного типа, среднего класса продуктивности (Китаев,2007).

Так как оз.Салтаим-Тенис является рыбопромысловым водоемом была проанализирована связь уловов с количественными признаками зоопланктона. Расчет коэффициента корреляции показал, что не существует взаимосвязи между уловами рыбы и зоопланктоном ($r_q=-0,03$; $r_b=-0,03$).

Минимальная численность и биомасса отмечались в 2020г. – 2,26 тыс.экз/м³ и 0,03г/м³, соответственно (Рисунок).

Максимальная численность отмечалась в 2014г. – 208,21 тыс.экз/м³, биомасса в 2010 3,57г/м³, соответственно (Рисунок).

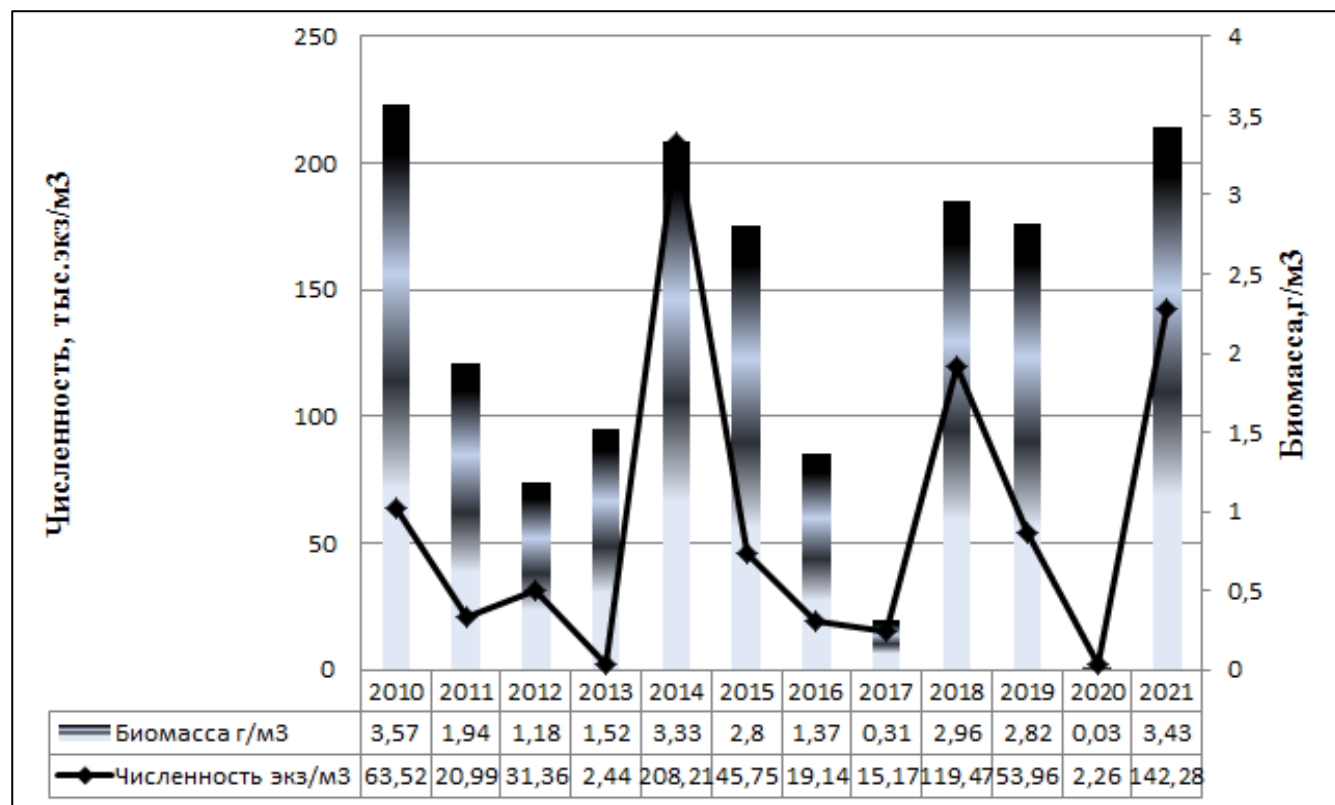


Рисунок. Многолетняя динамика зоопланктона в оз.Салтаим-Тенис

Выводы. В период исследований в оз. Салтаим-Тенис обнаружено 46 таксонов. Наименьшее видовое разнообразие наблюдалось в 2012г.-7, наибольшее в 2018г.-23. Основу составляли коловратки – 19 видов(41,3%). Средняя многолетняя численность составила – 60,37тыс.экз./м³, биомасса – 2,10г/м³, что характеризует озеро как водоем β-мезотрофного типа, среднего класса продуктивности. Расчет коэффициента корреляции между уловами и показателями зоопланктона показал, что взаимосвязь отсутствует ($r_q=-0,03$; $r_b=-0,03$).

Список литературы

Китаев С.П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 395 с.

Материалы, обосновывающие возможные объемы добычи (вылова) водных биологических ресурсов, ОДУ которых не устанавливается (рекомендованный вылов), в водных объектах Омской области на 2022 г: отчет о НИР / Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ЗапСибНИРО); рук. Абрамов А.Л.; исполн.: Зайцев В.Ф. [и др.]. Новосибирск, 2021. С.7-39.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция. Ленинград: АН СССР ЗИН, 1982.33с.

Прусевич Л.С., Егоров Е.В., Зайцев В.Ф., Цапенков А.В. 2018. Мониторинг зоопланктона озера Салтаим-Тенис (Западная Сибирь) в связи с развитием пастбищной аквакультуры. Вестник рыбохозяйственной науки 4: 89-99.

Секция

Паразитология

Паразитофауна плотвы *Rutilus rutilus* (Pallas) реки Парабель, Томской области

А.А. Дайтхе^{1,2}, А.В. Цапенков¹

¹Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Новосибирск

²ФБГОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск

E-mail: alla_d98@icloud.com

Аннотация. В статье оценена современная заражённость плотвы *Rutilus rutilus* (L.) трематодами *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) и *Diplostomum spathaceum*, (Rud,1819) (sensu lato), из реки Парабель, Томской области.

Ключевые слова: *Rutilus rutilus* (L.), описторхиды, *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), *Diplostomum spathaceum* (sensu lato) (Rudolphi, 1819), трематодоз, индекс встречаемости, индекс доминирования.

Введение. Средняя Обь – участок реки Обь, расположенный территории Томской области. Здесь, в неё, впадают крупные притоки, такие как Томь, Чулым, Парабель и Кеть, имеющие важное значение для рыболовства. Река Парабель является левым притоком реки Обь. Её протяженность 308 км, площадь бассейна– 25,5 тыс. км². Река имеет рыбохозяйственное значение, на её территории расположен ООО "Рыбозавод парабельский", также активно ведётся любительское рыболовство.

Ихтиофауна Средней Оби включает 43 вида в двух классах, 9 отрядах, 12 семействах и 30 родах. Наиболее многочисленным является семейство карповых Cyprinidae, которое в настоящий момент включает 9 аборигенных видов (язь, елец, плотва, серебряный и золотой караси, речной и озерный гольян, пескарь, линь) и четыре вида-интродуцента (каarp, лещ, уклейка, верховка). Плотва имеет важное значение, как для промысла, так и для любительского рыболовства (Interesova, 2016; Romanov et al., 2017).

Плотва относится к представителям ихтиофауны, ведущим стайный образ жизни. Обитает предпочтительно на участках водоёма, заросших растительностью. Держится на границе зарослей и открытой воды в местах с умеренным течением и теплой водой. По характеру питания – эврифаг. Взрослые особи питаются разнообразными беспозвоночными и их личинками, моллюсками, летом потребляют много нитчатых водорослей, а при обилии мальков крупная плотва питается личинками и мальками рыб. Полупроходные формы и крупная плотва из водохранилищ предпочитают питаться моллюсками, в частности *Dreissena*. Половой зрелости плотва достигает в возрасте 3–5 лет. Размножается весной (март - май) при температуре воды 8 °С и выше. Относится к типичным фитофилам. Икрометание единовременное, нерестится большими стаями. Личинки плотвы быстро переходят на питание мелкими беспозвоночными (Казанчев, 1981; Троицкий, Цуникова, 1988; Рыбы Подмосковья, 1988).

Цель данной работы – изучении паразитофауны плотвы реки Парабель.

Материал и методика. Отбор материала для изучения проводился в реке Парабель в июле 2022 г. Экспериментальный материал предоставлялся из отловов ставными сетями с ячейей 30 мм. Обработка ихтиологического материала проводилась в лабораторных условиях. Камеральная обработка материала проводилась по общепринятым методикам (Быховская–Павловская, 1985; Правдин, 1966). Оценивая заражённость рыб, использовалась экстенсивность инвазии (Э.И. – доля заражённых особей в процентах от общего числа обследованных рыб), интенсивность инвазии (И.И. – число паразитов в теле одной рыбы), индекс обилия (И.О. – среднее число паразитов, обнаруженных на одном обследованном

животном, выраженное в экземплярах) (Вознесенский, 1969). Статистическая обработка велась при помощи программ Microsoft.

Результаты и обсуждение. Заражённость плотвы изучена на рыбах в возрасте от 3+ до 6+ лет, с длиной от 13 до 20 см (в среднем 14,6 см) и массой от 29 до 154 г (в среднем 50,8 г). Обнаружены метацеркарии двух семейств трематод: *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), *Diplostomum spathaceum* (sensu lato) (Rud., 1819).

Результаты паразитологических исследований представлены в таблице.

Таблица. Показатели заражённости плотвы в 2022 г.

Вид паразита	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, экз.	Индекс обилия, экз.
<i>Opisthorchis felineus</i>	100	27,2±12,03	27,2±12,03
<i>Diplostomum spathaceum</i> (s. l)	70	2,4±1,73	1,7±1,62

Паразитами обоих семейств выявлено высокое заражение, что говорит о том, что рыба обитает в основном на мелководьях с хорошо развитой водной растительностью.

Таким образом, видовой состав представлен 2 видами трематод, в том числе и одним патогенным для человека. *Opisthorchis felineus*, судя по показателям экстенсивности инвазии, встречается у всех исследованных особей хозяина. В связи с этим, плотва является ограниченно годной и не рекомендуется к употреблению в пищу населения.

Список литературы

- Быховская–Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 123 с.
- Бочарова Т.А. 2007. Возбудитель описторхоза и другие мышечные паразиты карповых рыб бассейна нижней Томи. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 66 с.
- Бочарова Т.А. 2003. Динамика зараженности мышц некоторых карповых рыб бассейна нижней Томи. Вестник Томского гос. ун-та. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 8: 22–24.
- Вознесенский В.Л. 1969. Первичная обработка экспериментальных данных. Практические приемы и примеры Л.: Наука, 83 с.
- Казанчеев Е.Н. 1981. Рыбы Каспийского моря. М.: Лег. и пищ. пром-сть. 167 с.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 376 с.
- Троицкий С.К., Цуникова Е.П. 1988. Рыбы бассейнов Нижнего Дона и Кубани. Ростов н/Д: Рост. кн. изд-во. 112 с.
- Рыбы Подмосковья. 1988. М.: Наука, 141 с
- Шигин А.А. 1986. Трематоде фауны СССР. М.: Наука, 254с.
- Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. 596 с.
- Interesova E.A. 2016. Alien fish species in the Ob River basin // Rus. J. Biol. Invas. 7 (2). P. 156-167. DOI 10.1134/S2075111716020089.
- Romanov V.I. et al. 2017. An annotated list and current state of ichthyofauna of the Middle Ob River basin // Int. J. Environ. Stud. 74 (5): 818–830.

Видовое разнообразие *Diplostomum* spp. (Trematoda, Diplostomidae), паразитирующих в рыбах разнотипных озёр России методом ДНК-баркодирования

Г.В. Изотова^{1,2,3}, П.Г. Власенко^{1,2}, Е.Н. Кашинская^{1,2}, М.М. Соловьев^{1,2}

¹Институт Систематики и Экологии Животных СО РАН, г. Новосибирск

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

³ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск

Аннотация. Трематоды рода *Diplostomum* на стадии метацеркарии паразитируют в глазах и головном мозге пресноводных рыб и круглоротых и вызывают различные формы диплостомозов. Гиперинвазия паразитом ведёт к нарушению ориентации рыбы в пространстве, снижению качества её питания, угнетению темпа роста. Видовое определение метацеркарий рода *Diplostomum* на основании морфологических признаков затруднительно и не всегда возможно из-за их недостатка и слабой выраженности. Нами установлено видовое разнообразие метацеркарий рода *Diplostomum* в рыбах озёр Чаны, Телецкое и Байнт на основании ДНК-баркодирования по участку митохондриального гена *cox1* длиной 595 нуклеотидов. Исследованные образцы паразитов из трех водоемов образовали 11 клад видового уровня. Наименьшее видовое разнообразие метацеркарий отмечено для эвтрофного озера Чаны – 3 вида, в олиготрофных озерах Телецкое и Байнт – 8 видов.

Ключевые слова. *Diplostomum*, Чаны, Байнт, Телецкое, ДНК-баркодирование.

Трематоды рода *Diplostomum* – повсеместно распространенные паразиты, метацеркарии которых локализуются в глазах и головном мозге пресноводных рыб и некоторых видов круглоротых. Различные виды паразитов этого рода вызывают соответствующие формы диплостомозов, которые, в свою очередь, негативно влияют на пространственную ориентацию рыбы и особенности её питания. Гиперинвазия может привести к повреждению глаза и частичной или полной слепоте хозяина. Вместе с окончательными хозяевами, рыбадными птицами, паразит распространяется в другие водоёмы (Бочарова и др., 1986; Фрезе, 2002).

Диплостомозы наносят значительный ущерб рыбному хозяйству, снижая упитанность и темп роста поражённых рыб. Заражение происходит чаще всего в первые годы жизни на мелководье, где происходит эмиссия свободноплавающих церкарий из моллюсков семейства *Lymnaeidae*. Церкарии проникают в ткани молоди и личинок рыб, мигрируя в глаза и головной мозг. Согласно данным предыдущих исследований, в России выявлено 23 вида рода *Diplostomum* (Шигин, 1993).

В нашей работе рассмотрено три различных по своим характеристикам озера. Чаны – самое крупное озеро по площади водного зеркала на территории Западной Сибири. Максимальная глубина составляет около 10 м, высота над уровнем моря – 106 м. Озеро является эвтрофным. В настоящее время в озере обитает 14 видов рыб. В 1970-1980 в озере были зафиксированы некоторые виды *Diplostomum* - *D. chromatophorum*, *D. spathaceum*, *D. mergi*, *D. rutili*, *D. baeri* и *D. helveticum*. Соусь С.М. и Ростовцев А.А. сообщали о тяжелой эпизоотической ситуации с диплостомозами рыб (Бочарова и др., 1986; Васильев, Вейн, 2015; Соусь, Ростовцев, 2006).

Телецкое озеро расположено на высоте 436 м. над уровнем моря. Наибольшая глубина озера составляет 325 м, с большими перепадами глубины. Имеет тектоническое происхождение и является ультраолиготрофным. В озере обитают 13 видов рыб. В 1954 году было зафиксировано заражение глазными сосальщиками 95% исследованных ельцов, 85%-

100% исследуемых подкаменщиков, но вид диплостомид установлен не был (Гундризер и др., 1981; Титова, 1954).

Озеро Баунт входит в Ципо-Ципиканскую систему озер. Расположен водоем в долине реки Ципы. Озеро находится на высоте 1060 м, максимальная глубина – 33 м. В озере Баунт обитает около 20 видов рыб. Идентифицированы трематоды ранее были только у ерша (*D. volvens*) (Давыдов, 1955; Дугаров и др., 2021).

Ранее работы по определению видового состава трематод рода *Diplostomum* проводились на основе морфологического критерия. Морфологический подход в вопросе видового определения метацеркарий затрудняется недостаточностью и слабой выраженностью их морфологических признаков (Фрезе, 2002; Шигин, 1993). В настоящей работе видовое определение метацеркарий рода *Diplostomum* выполнено на основании анализа фрагмента митохондриального гена первой субъединицы цитохромоксидазы длиной в 595 нуклеотидов (ДНК-баркодирование). Этот метод успешно применялся ранее для решения сходных задач (Воронова и др., 2012; Locke et al., 2015).

Материал для исследования был собран в 2019-2021 гг. в ходе экспедиций ИСиЭЖ СО РАН. После умерщвления глаза и мозг рыбы извлекались в чашки Петри и вскрывались под стереомикроскопом Zeiss Stemi DV4. Паразиты с хрусталика, ретины глаза, внутренней среды и мозга собирались отдельно. Тотальная ДНК выделялась с помощью 5%-го водного раствора ионообменной смолы Chelex (Bio Rad). Для полного растворения мягких тканей была использована протеиназа К. В ходе ПЦР были использованы праймеры и условия реакции, разработанные Steenkiste et al. (2015). Очистка ампликонов и дальнейшее секвенирование проводилось на базе ЦКП «Геномика» СО РАН. Все дальнейшие операции с полученными последовательностями проводились в программе MEGA 11 (Kumar et al., 2018). Для определения ближайших гомологичных последовательностей в GenBank использовался сервис NCBI BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

Из озера Чаны было отобрано 77 метацеркарий от десяти различных видов рыб (золотой и серебряный караси, плотва, сазан, язь, елец, лещ, щука, судак), 34 метацеркарии от семи видов рыб (сиг, лещ, плотва, сибирский подкаменщик, налим, елец и гольян) из озера Телецкое и из озера Баунт – 42 метацеркарии от восьми видов (плотва, язь, елец, серебряный карась, ёрш, налим, окунь и сиг).

В результате филогенетического анализа последовательности из изученных озёр формируют 11 клад видового уровня. Референсные последовательности с высоким уровнем гомологичности (>99%) были найдены для 6 клад, и были определены такие виды, как: *D. pseudospathaceum*, *D. spathaceum*, *D. sp.* Lineage 4, *D. mergi* complex sp. *D. mergi* complex sp. 2. и *D. phoxini*. Также было установлено 5 неопределенных видов трематод. Таким образом, 3 вида метацеркарий рода *Diplostomum* были обнаружены в озере Чаны и 8 видов – в озерах Телецкое и Баунт

Наименьшее видовое разнообразие метацеркарий *Diplostomum* spp. отмечено для олиготрофного водоема с малым перепадом глубин и общей однородностью условий. Большое количество зарегистрированных видов рода *Diplostomum* у рыб горных олиготрофных озер может быть связано с большим разнообразием потенциальных хозяев на уровне семейств для реализации жизненных циклов.

Секвенирование выполнено при поддержке Российского Научного Фонда, проект N. 19-74-10054. Метаанализ данных выполнен при поддержке Мегагранта № 220-6544-5338.

Список литературы

Бочарова Т.А. Головки Г.И. Гундризер А.Н., Соусь С.М. 1986. Фауна и экология паразитов рыб бассейна озера Малые Чаны. В кн.: Иоганзен Б. Г., Кривошеков Г. М. Экология озера Чаны. Новосибирск: Наука, сиб. отд-ние, 108–117.

Васильев О.Ф., Вейн Я. 2015. Обзор экологического состояния озера Чаны. Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО», 255с.

- Воронова Н.В., Буга С.В., Курченко В.П. 2012. Последовательность гена субъединицы I цитохромоксидазы C в молекулярной таксономии животных: принципы, результаты и проблемы использования. Труды БГУ, т. 7, ч. 1. Минск: БГУ, 22–42.
- Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В., Кривошеков Г.М. 1981. Рыбы Телецкого озера. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 160 с.
- Давыдов Л.К. Гидрография СССР (Воды суши). 1955. Ленинград: Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 560 с.
- Дугаров Ж.Н., Батуева М.Д., Бурдуковская Т.Г. 2021. Паразитофауна обыкновенного ерша *Gymnocephalus cernuus* (L.) в Ципо-Ципиканских (Баунтовских) озерах (Забайкалье). Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии : Материалы IV Всероссийской конференции. Улан-Удэ: Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН, 141–143.
- Соусь С.М., Ростовцев А.А. 2006. Паразиты рыб новосибирской области (серия, 2т). Тюмень: Госрыбцентр, 194 с.
- Титова С.Д. Паразиты рыб Телецкого озера. 1954. Труды проблемных и тематических совещаний ЗИН вып. IV. Томск: Томский Государственный университет, 70–84.
- Фрезе В.И. 2002. Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов центральной России. Москва: Наука, 260 с.
- Шигин А.А. 1993. Трематоды фауны России и сопредельных регионов. Род *Diplostomum*. Мариты. Москва: Наука, 208 с.
- Blast: Basic Logical Alignment Search Tool [Электронный ресурс]
<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
- Kumar S., Stetcher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35: 1547–1549.
- Locke S.A., Al-Nasiri F.S., Monica C. 2015. Diversity, specificity and speciation in larval Diplostomidae (Platyhelminthes: Digenea) in the eyes of freshwater fish, as revealed by DNA barcodes. *International Journal for Parasitology*: 841–855.
- Van Steenkiste N., Locke S.A., Castelin M. et al. 2015. New primers for DNA barcoding of digeneans and cestodes (Platyhelminthes). *Mol Ecol Resource*: 945–952. DOI: 10.1111/1755-0998.12358.

Паразитофауна рыб некоторых водоемов в районе ЗБС МГУ в 2022 году

К.О. Лукин¹, Р.Д. Родионов¹, Ю.О. Юрченко¹, Р.В. Миронов¹, А.А. Смолина¹, И.И. Гордеев^{2,1}

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: gordeev_ilya@bk.ru

Ключевые слова: гельминты, зараженность, Московская область, паразиты рыб

Аннотация. В рамках студенческой самостоятельной работы проведен паразитологический анализ восьми видов рыб - ротана, верховки, плотвы, вьюна, окуня, щуки и двух видов карасей. Рыбы были выловлены в Москва-реке в районе г. Звенигород, в Нарских прудах, в Стреляжем пруду и Волковском болоте («Карьер Сима»). Всего найдено 13 видов паразитов, из которых по показателям экстенсивности и интенсивности инвазии преобладали метацеркарии *Diplostomum paracaudum*. Проведенные исследования с одной стороны показали присутствие только наиболее массовых и обычных для Московской области пресноводных паразитов, а с другой стороны наличие опасного для здоровья человека вида *Dibotriocephalus latus*.

Реки Московской области и бессточные водоемы представляют большой интерес для изучения с точки зрения наличия в них опасных для здоровья человека и животных паразитов, хозяевами которых на разных этапах жизненного цикла являются рыбы. Для ихтиоценоза водоемов Московской области характерно наличие около 40 видов рыб, большинство из которых относятся к отряду Сурпинiformes (Соколов и др., 2002). Верховья Москва-реки и р. Нара (левые притоки р. Ока) располагаются на территории с высокой плотностью населения и большим количеством агро- и промышленных предприятий, а связи с чем подвергается значительному антропогенному воздействию разной природы. В бассейне находится большое количество водопользователей, которые не только используют реку как источник воды, но и привносят в нее различные загрязнения: стоки с полей, содержащие минеральные удобрения и алахтонную органику, сброс канализационных вод, бытовой и промышленный мусор, а также тепловое загрязнение. Экосистема этих водоемов помимо фонового и острого воздействия токсикантов и загрязнителей испытывает нагрузку любительского, спортивного и браконьерского рыболовства. Также к антропогенному воздействию можно отнести эксплуатацию реки водным транспортом. С другой стороны, верховья Москвы-реки представляют намного больший интерес для изучения «естественных» сообществ, нежели ее нижняя часть, после ее протекания через г. Москва. Ежегодное проведение студенческих практик на Звенигородской биологической станции им. С.Н. Скадовского Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (ЗБС МГУ) представляет возможность для получения сведений о зараженности паразитами рыб Москва-реки и близлежащих водоемов (Гаврилов, 2011).

Материалы и методы. Сбор ихтиологического материала производился в Москве-реке близ ЗБС МГУ (55°42'4.37" с.ш., 36°43'17.91" в.д.), в Нарский прудах – Софьинский пруд (55°32'49.15" с.ш., 36°35'19.19" в.д.) и Асаковский пруд (55°32'49.10" с.ш., 36°35'21.59" в.д.), в Волковском болоте («Карьер Сима») (55°40'8.78" с.ш., 36°42'42.71" в.д.) и в Стреляжем пруду на территории ЗБС МГУ (55°41'53.75" с.ш., 36°43'51.58" в.д.). Вылов рыб производился 20-23 июня 2022 года. В Москве-реке лов вели при помощи закидного невода с длиной сетной части 15 м, высотой 1,8 м, ячеей дели 10 мм и ячеей пута 5 мм, в Нарских прудах, Стреляжем пруду и Волковском болоте («Карьер Сима») – сетью Киналёва (рамка 55x45x70x45 см, длина кармана - 55 см).). Весь живой материал был доставлен в лабораторию на ЗБС МГУ для дальнейшего вскрытия. Всего было изучено 75 особей 7 видов

(Таблица 1). Все особи были промерены в соответствии с общепринятой методикой (Правдин, 1996).

Таблица 1. Биологические характеристики изученных видов рыб

Вид	Место вылова	N	Масса тела, г	Масса порки, г	Промысловая длина, см	Длина по Смитту, см
<i>Perccottus glenii</i>	Москва-река	1	2	1,4	4,5	5
<i>Perccottus glenii</i>	Нарские пруды	2	2,45±0,35	1,80±0,3	4,85±0,35	5,60±5,54
<i>Perccottus glenii</i>	Волковское болото	26	9,16±5,41	22,16±0,30	4,70±0,82	5,54±0,99
<i>Perccottus glenii</i>	Стерляжий пруд	14	12,59±5,34	10,21±4,47	6,36±1,12	7,01±1,28
<i>Leocaspium delineatus</i>	Нарские пруды	24	1,40 ±0,11	0,98 ±0,08	4,49 ±0,17	4,96±0,19
<i>Rutilus rutilus</i>	Нарские пруды	1	3,4	2,6	2,6	7
<i>Carassius carassius</i>	Нарские пруды	2	16,45±3,35	14,30±1,5	8,35±0,05	9,35±0,35
<i>Carassius auratus</i>	Волковское болото	1	535	-	26	29
<i>Misgurnus fossilis</i>	Нарские пруды	1	15,3	13,5	13,2	15,5
<i>Perca fluviatilis</i>	Москва-река	1	88,6	78,3	17,7	18,8
<i>Perca fluviatilis</i>	Нарские пруды	1	7	6,10	7,40	7,80
<i>Esox lucius</i>	Москва-река	1	154	111	24,5	27

Изучение многоклеточных паразитов производилось по общепринятой методике путем полного паразитологического вскрытия (Быховская-Павловская, 1985; Klimpel et al., 2019). Определение паразитов производилось по работам Бауера (1985; 1987). Паразитологические индексы вычислены по Bush et al. (1997). Вычисление статистических индексов производилось в программе MS Excel (2010).

Результаты. Всего было найдено 13 видов паразитов (Табл. 2). По показателям экстенсивности и интенсивности инвазии преобладали метацеркарии рода *Diplostomum*. В верховке найден плероцеркоид широкого лентеца *Dibothriocephalus latus*. Положительная корреляция по шкале Чеддока ($R^2 > 0,5$) наблюдается между интенсивностью поражения глаз метацеркариями и промысловой длиной верховки (при исключении из выборки непораженных рыб).

Таблица 2. Зараженность паразитами исследованных видов рыб

Локация	Паразит	Стадия развития	Ext (%)	Int (пределы Int)	Локализация в хозяине
ротан <i>Perccottus glenii</i>					
Москва-река	<i>Diplostomum paracaudum</i>	M	100	1	стекловидное тело
Нарские пруды	<i>Nippotaetia mogurndae</i>	A	50	1	ЖКТ
Волковское болото	<i>паразиты не обнаружены</i>				
Стерляжий пруд	<i>Trichodina</i> sp.	A	64,29	300	жабры
	<i>Posthodiplostomum</i> sp.	M	14,3	21	хвостовой плавник
	<i>Acari</i> gen. sp.		7,2	1	ротовая полость
верховка <i>Leocaspium delineatus</i>					
Нарские пруды	<i>Dibothriocephalus latus</i>	Pl	4,35	1	полость тела
	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	M	39,1	10	поверхность тела

	<i>Posthodiplostomum brevicaudatum</i>	M	17,4	2	стекловидное тело
	<i>Diplostomum paracaudum</i>	M	65,2	7	хрусталик
	<i>Diplostomum spathaceum</i>	M	17,4	2	хрусталик
	<i>Diplostomum mergi</i>	M	8,7	2	хрусталик
	<i>Tylodelphys clavata</i>	M	4,35	1	стекловидное тело
	<i>Posthodiplosomum</i> sp.	M	4,45	21	хвостовой плавник
	<i>Acari</i> gen. sp.		2,23	1	ротовая полость
плотва <i>Rutilus rutilus</i>					
Нарские пруды	<i>Posthodiplostomum brevicaudatum</i>	M	100	4	стекловидное тело
караси <i>Carassius</i> spp.					
Нарские пруды	<i>паразиты не обнаружены</i>				
Волковское болото	<i>паразиты не обнаружены</i>				
вьюн <i>Misgurnus fossilis</i>					
Нарские пруды	<i>Allocreadium transversale</i>	A	100	2	ЖКТ
окунь <i>Perca fluviatilis</i>					
Москва-река	<i>Posthodiplostomum brevicaudatum</i>	M	50	1	стекловидное тело
	<i>Unio</i> sp.	G1	50	49	жабры
щука <i>Esox lucius</i>					
Москва-река	<i>Camallanus lacustris</i>	A	100	1	ЖКТ
	<i>Hirudinea</i> gen. sp.	A	100	15	жабры

Примечание: Ext – экстенсивность, Int – интенсивность, M – метацеркария, A – взрослая особь, P1 – плероцеркоид, G1 - глохий

Заключение. Произведено паразитологическое обследование 76 особей рыб 7 видов. В результате обнаружено 13 видов паразитов. Наибольшее разнообразие паразитов отмечено у верховки *Leocaspis delineates*. Наибольшая экстенсивность отмечена у *Diplostomum paracaudum*. В Волковском болоте («Карьер Сима») во всех исследованных особях паразиты найдены не были, что, по-видимому, связано с отсутствием промежуточных хозяев - моллюсков. Общий уровень инвазии в 2022 году намного ниже, чем в 2019 году (Кулешова и др., 2019), как по показателям интенсивности – экстенсивности инвазии, так и по видовому разнообразию паразитов, и в целом соответствует уровню 2021 года (Миронов и др., 2021).

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.

Мионов 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 / Под ред. И.И. Гордеева, К.К. Киввы, О.В. Воробьевой, Л.О. Архипова, Е. Лаврухиной. — М.: Изд-во ВНИРО, с. 115–117.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с.

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

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

Klimpel S., Kuhn T., Münster J., Dörge D.D., Klapper R., Kochmann J. 2019. Parasites of marine fish and cephalopods. Springer International Publishing, New York. DOI: 10.1007/978-3-030-16220-7

К вопросу о состоянии паразитофауны серебряного карася из Новосибирского водохранилища

А.В. Морозко¹, Е.Э. Сотникова², М.А. Дорогин¹

¹Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Новосибирск

²ФБГОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск

E-mail: nagayka.88@mail.ru

Аннотация. Серебряный карась – один из наиболее популярных в мире объектов для изучения, в Новосибирской области это один из самых часто встречаемых видов рыб. В статье приводятся данные о современном состоянии паразитофауны серебряного карася обитающего в Новосибирском водохранилище.

Ключевые слова: серебряный карась, паразитофауна, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, индекс обилия.

Введение. На сегодняшний момент серебряный карась (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)) – один из наиболее популярных в мире для изучения видов рыб. В Новосибирской области этот вид рыб встречается практически повсеместно и является одним из основных объектов как любительского, так и промышленного лова (Атлас пресноводных рыб..., 2002).

Новосибирское водохранилище – искусственный водоем на р. Обь расположенный на территориях Новосибирской области и Алтайского края. Водоохранилище делится на три зоны – верхняя, средняя и нижняя (Савкин, Кондакова, 2014).

В Новосибирском водохранилище серебряный карась является представителем аборигенной ихтиофауны и входит в список промысловых видов, но вылов его носит сезонный характер. В самом водоёме массово он ловится в осенний период, так как это время наступает межень, а в другие сезоны он регистрируется единично в русловой зоне и в основном в притоках, где проводит свой нагул. В уловах рыбаков-любителей он встречается в течение всего года. В основном это рыбы среднего размера (15-30 см), но в уловах бывают и достаточно крупные экземпляры (35-40 см) (Попов, 2007).

На территории Верхней Оби пища взрослого карася состоит преимущественно из организмов зоопланктона и зообентоса, но в её составе встречаются и другие виды кормовых объектов. Серебряный карась достаточно рано достигает половой зрелости (3+ - 4+), нерест его порционный. Предпочитает мелководья, где проводит нагул и нерест (Атлас пресноводных рыб..., 2002; Попов, 2007). С точки зрения ихтиопаразитологии серебряный карась является достаточно интересным видом, так как особенности экологии данного вида рыб делают его предрасположенным к заражению паразитами разных систематических групп. Как типичный представитель семейства карповых, он является потенциальным источником опасного для человека заболевания – описторхоз, природный очаг которого расположен в Западной Сибири. Однако, по литературным данным, считается, что наиболее часто из паразитов представителей семейства описторхид у карася встречается *Metorchis bilis* (Braun, 1790) (Соусь, Ростовцев, 2006).

Целью работы стало уточнить современный видовой состав паразитофауны карася из Новосибирского водохранилища и выявить его статус в качестве потенциального объекта распространения описторхозов в регионе.

Материалы и методы. Отбор рыбы для паразитологического исследования проводили в два периода – октябрь 2021 года (Верхняя зона новосибирского водохранилища) и май 2022 года (Нижняя зона). В октябре из траловых уловов ООО «Каменский рыбзавод» в районе г. Камень-на-Оби Алтайского края. В мае из ставных сетей расположенных в

крупных притоков и протоков Нижней зоны в районе пригорода г. Новосибирск. Всего было исследовано по 60 экземпляров рыбы из каждой зон, возрастом 3+ - 4+, длиной от 14,6 до 20,8 см.

Камеральная обработка происходила с использованием общепринятых методик (Быховская-Павловская, 1985; Правдин, 1966). Выявленные паразитические организмы фиксировались во временные препараты в спирте для дальнейшего определения их видовой принадлежности. Определение паразитов до вида проводили с помощью определителя паразитов пресноводных рыб (Бауэр, 1987).

Оценивая зараженность рыб, мы использовали показатели экстенсивности инвазии (доля заражённых особей в процентах от общего числа обследованных рыб), интенсивности заражения (число паразитов, встреченных на одной рыбе), индекс обилия (число паразитов на одну исследованную рыбу от общего количества). Статистическая и математическая обработка материала проведена с помощью программы MS Excel (2010) на персональном компьютере.

Результаты и обсуждение. Всего в исследованной рыбе было зарегистрировано 6 видов паразитов из 4 систематических групп – моногенеи, цестоды, трематоды и пиявки. Результаты паразитологического вскрытия представлены в таблице.

Таблица. Паразитофауна серебряного карася из Новосибирского водохранилища

Место вылова рыбы	Вид паразита	Экстенсивность инвазии	Индекс обилия	Интенсивность инвазии
Верхняя зона Новосибирского водохранилища	<i>Dactylogyrus zostator</i>	20,0	20,0	0,3
	<i>Diplostomum spathaceum</i> (s.l.)	90,0	90,0	26,9
	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	53,3	53,3	5,0
	<i>Metorchis bilis</i>	71,7	71,7	55,2
Нижняя зона Новосибирского водохранилища	<i>Ligula interrupta</i>	6,7	6,7	1,5
	<i>Diplostomum spathaceum</i> (s.l.)	46,7	46,7	8,0
	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	13,3	13,3	7,0
	<i>Metorchis bilis</i>	93,3	93,3	16,0
	<i>Pescicola geometra</i>	15,0	15,0	1,1

Анализируя таблицу можно отметить, что у исследованного карася из двух зон преобладают трематодозы (как по показателям зараженности, так и по количеству зарегистрированных видов), в том числе регистрируется опасный для здоровья человека вид – *Metorchis bilis*, показатели которого наиболее высоки по сравнению с другими представителями этого класса. Поскольку карась является достаточно популярным объектом любительского лова, то следует рекомендовать соблюдать технологии первичной обработки перед употреблением его в пищу.

Молодь карася питается планктоном, нередко в отсутствие других объектов питания и взрослые особи также используют эти кормовые объекты, в эти периоды рыба может заразиться цестодами, чьими первыми промежуточными хозяевами являются капеподы, это подтверждается и наличием *Ligula interrupta* (Rudolphi, 1810) у карася из Нижней зоны водохранилища. Заражённость карася из верхней зоны *Dactylogyrus zostator* (Nybelin, 1924) и пиявками *Pescicola geometra* (Linnaeus, 1761) в Нижней зоне, говорит о том, что обитая на мелководьях и, питаясь, в том числе, бентосными организмами, он уязвим для моногеней и эктопаразитов других классов. Откладывая икру на высшую водную растительность, серебряный карась находится в зоне риска заражения *Diplostomum spathaceum* (sensu lato) (Rudolphi, 1819) и *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832), чьими первыми промежуточными хозяевами являются лёгочные брюхоногие моллюски, живущие на данной растительности.

Все выявленные виды паразитов подтверждают то, что серебряный карась предпочитает жить в придонных слоях воды и на мелководьях, поэтому в летний период

карась редко встречается в траловых уловах, которые производятся в основном в русловой части водоёма.

Таким образом, зарегистрированные у серебряного карася паразитические организмы имеют прямую взаимосвязь с его образом жизни. Так же показано, что данный вид рыб из Новосибирского водохранилища заражён потенциально опасным для человека видом паразитов *Metorchis bilis* и должен считаться ограниченно годным к употреблению в пищу.

Список литературы

Атлас пресноводных рыб России. 2002. Под ред. Ю.С.Решетникова. – М.: Наука.– Т.1 – 379 с., Т.2. – 251 с.

Бауэр О.Н. 1987. Определитель паразитов пресноводных рыб. Т. 3, Паразитические многоклеточные (вторая часть).– Л.: Наука. — С. 77-162.

Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука. — 123с.

Попов П.А. 2007. Рыбы Сибири: Распространение, экология, вылов. – Новосибирск. – 526 с.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб / И.Ф.Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 376 с.

Савкин В.М., Кондакова О.В. 2014. Природные условия района Новосибирского водохранилища и его водосборного бассейна // Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища. Новосибирск: Изд-во СО РАН. – С. 230-264.

Соусь С.М., Ростовцев А.А. 2006. Паразиты рыб Новосибирской области: в 2 ч. Ч.1. Заболевания рыб. Прогнозирование, терапия, профилактика. – Тюмень: Госрыбцентр. – 194 с.

Роль проточности в профилактике и лечении ихтиофтириоза, вызываемого *Ichthyophthirius multifiliis* в условиях аквакультуры и аквариумистики

А.А. Новиков

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л. С. Берга), г. Санкт-Петербург
E-mail: niorh@vniro.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования инвазии рыб *Ichthyophthirius multifiliis* в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ) и бассейнах с высокой проточностью. Установлено, что наличие тока воды в проточных бассейнах способствует полному освобождению от паразитов и выздоровлению особей. Отмечено значительное возрастание интенсивности инвазии рыб в УЗВ через 4 дня после начала эксперимента. Выявлено, что рыба, не имеющая иммунитета к ихтиофтириусу, при контакте с больными особями не заражается ихтиофтириозом в условиях проточности. Рассмотрена возможность использования проточности воды в качестве безопасного экологического подхода при профилактике и лечении ихтиофтириоза.

Ключевые слова: ихтиофтириоз, проточность, лечение, профилактика.

Ихтиофтириоз, вызываемый ресничной инфузорией *Ichthyophthirius multifiliis*, одно из наиболее опасных эктопаразитарных заболеваний рыб, следствием которого является большой отход в рыбоводных хозяйствах. Болезни подвержены все виды и возрастные группы рыб, обитающие в пресной воде. Отличительной особенностью ихтиофтириуса является его способность размножаться вне тела хозяина, что увеличивает риск заражения объектов культивирования (Молнар, 2020). Спектр препаратов, подходящих для лечения данного заболевания в условиях аквакультуры и декоративного рыбоводства, достаточно широк, но большинство из них являются дорогостоящими, токсичными для гидробионтов или не оказывают воздействия на паразитов. Таким образом, отсутствие адекватных мер борьбы актуализирует необходимость поиска безопасного экологического подхода к профилактике и лечению ихтиофтириоза в условиях аквакультуры и декоративного рыбоводства.

Цель работы: оценить возможность использования проточности воды для профилактики и лечения ихтиофтириоза рыб в условиях аквакультуры и декоративного рыбоводства.

Материалы и методы. Для реализации цели исследования, были поставлены 2 эксперимента. Эксперимент № 1 выполнялся в условиях действующего рыбоводного предприятия Ленинградской области. Объектом исследования являлась радужная форель, выращиваемая в установках замкнутого водообеспечения. Условия эксперимента характеризовались разной проточностью в контрольном и опытных бассейнах и диапазоном температур (8-16 °С), который в равной степени провоцирует развитие инфузории через стадии трофонта и бродяжек (таблица 1). Разница температуры воды в данном случае влияет исключительно на скорость созревания трофонтов под эпителием рыб, не оказывая профилактического и терапевтического воздействия.

В качестве контроля исследовалась радужная форель из УЗВ, где произошло ее заражение инфузорией *Ichthyophthirius multifiliis*.

В опытные бассейны №1-3 была посажена зараженная ихтиофтириусом радужная форель из УЗВ общей массой 600 г (средняя навеска 2,75 г, средняя длина по Смиту 58 мм). В эти же бассейны была подсажена форель породы Ропшинская золотая, имеющая

характерный оранжевый окрас, среднюю навеску 2,84 и длину по Смитсу 61 мм. Форель породы Ропшинская золотая, содержащаяся до начала опыта в проточных бассейнах с высоким водообменом, на протяжении всего своего жизненного цикла до начала эксперимента не подвергалась заражению *Ichthyophthirius multifiliis*, что отвергает возможность наличия у нее иммунитета к данному заболеванию. Данный подход в организации эксперимента обеспечивает непосредственный контакт между заведомо больными и здоровыми рыбами, при этом исключая возможность их перепутать.

Таблица 1. Условия эксперимента № 1

Номер бассейна	V воды (л)	Проточность (л/мин)	Водообмен (V/час)	Температура воды (°C)	Скорость течения (м/мин)
Контроль (бассейн УЗВ)	26400	-	4	15,3-16	0,5
1	250	20	8	8-9	10
2	250	10	2,4	8-9	6
3	250	5	1,2	8-9	2,5

Далее, в контрольном и опытном бассейнах проводилось обследование зараженных и здоровых рыб методом частичного паразитологического вскрытия по 5 экз. с интервалом 1 раз в 2 дня с целью отслеживания изменения зараженности и передачи паразита. Интервал обследования выбран, исходя из продолжительности паразитирования трофонтов в рыбе при температуре 8-9 °C (от 48 до 172 часов) (James, 2020).

Эксперимент № 2 был организован в аквариумах с разными видами декоративных рыб (*Danio rerio*, *Puntigrus tetrazona*, *Gymnocorymbus ternetzi*, *Paracheirodon innesi*, *Heros severum*) для более достоверного подтверждения роли проточности в профилактике и лечении ихтиофтириоза в теплой воде. Условия эксперимента были выбраны оптимальные для развития и распространения паразита: температура воды в контроле и опыте 25 °C, малый объем контрольных и опытных аквариумов (10 л).

Все аквариумы были снабжены аэраторами, терморегуляторами и термометрами. Для поддержания здоровья и жизнеспособности гидробионтов осуществлялись регулярные подмены воды 20% в сутки. Опытные аквариумы были дополнительно оборудованы механическим внутренним фильтром с проточностью 400 литров в час. После трехдневного нахождения рыб в опытных и контрольных емкостях производился соскоб с поверхности тела и жабр.

Результаты и обсуждение. В ходе эксперимента № 1, спустя 12 суток после фиксации заражения, вся заболевшая ихтиофтириозом рыба практически полностью освободилась от паразитов. При этом, заражение форели породы Ропшинская золотая во всех трех опытных бассейнах не произошло. Рыба в опытных бассейнах интенсивно потребляла корм и выглядела полностью здоровой. При патологоанатомическом обследовании патологии не выявлены (таблица 2). В тоже время, интенсивность инвазии рыбы, находящейся в УЗВ, существенно возросла через 4 дня после начала эксперимента.

Таблица 2. Динамика интенсивности инвазии радужной форели *Ichthyophthirius multifiliis* в УЗВ и бассейнах с высокой проточностью в эксперименте № 1

№ обследования	Контроль (УЗВ)	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
1	6	7	13	15
2	-	9	19	9
3	-	8	5	3
4	20	2	2	3
5	-	1	1	1
6	-	1	1	1

В эксперименте № 2, где воздействие течения на зараженность рыбы оценивалось в условиях ее содержания в аквариумах при высоких температурах, рыба полностью освободилась от паразита на 3-е сутки. В контрольных аквариумах, смертность достигала 100%. При этом, у мертвых рыб в соскобах с поверхности тела и жабр были обнаружены жизнеспособные инфузории.

Несмотря на широкое распространение и глубокую изученность проблемы ихтиофтириоза в аквакультуре и декоративном рыбоводстве, ранее применение высокой проточности в качестве потенциального экологического подхода при профилактике и лечении ихтиофтириоза не рассматривалось. Лечение заболевания сводилось исключительно к применению токсичных препаратов, таких как формалин, фиолетовый К, малахитовый зеленый, а также к повышению температуры воды выше 30 °С в аквариумистике. Подобный подход неприемлем для большинства объектов товарной аквакультуры, так как большая часть гидробионтов не выдерживает указанный температурный режим, а перечисленные препараты, за исключением формалина, запрещены современным законодательством (Новиков, 2020).

Следует также отметить, что молодь наиболее подверженных ихтиофтириозу культивируемых видов рыб - клариевого сома *Clarias gariepinus* и веслоноса *Polyodon spathula*, выращивается в условиях тепловодных хозяйств, где температура воды достигает 25 °С и более. Данный температурный режим является оптимальным для развития болезни, при этом, проведение лечебных обработок при высоких температурах, наносит существенный урон, как самим гидробионтам, так и биофильтру в УЗВ. Поэтому все существующие методики профилактики и лечения в аквакультуре разработаны для температуры воды ниже 20 °С (Кудренко, Лысенко, 2007; Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб, 1998).

Выводы: 1. воздействие высокой проточности на рыбу в бассейнах оказывает положительное воздействие при лечении ихтиофтириоза в условиях аквакультуры и декоративного рыбоводства; 2. постоянное содержание рыб в условиях с высокой проточностью, может использоваться в качестве профилактического мероприятия при ихтиофтириозе; 3. применение высокой проточности для лечения и профилактики ихтиофтириоза возможно в условиях холодноводных и тепловодных хозяйств.

Таким образом, применение проточности можно рассматривать в качестве эффективного и безопасного экологического подхода для профилактики и лечения ихтиофтириоза, вызываемого *Ichthyophthirius multifiliis* в условиях аквариумистики и аквакультуры.

Список литературы

Кудренко Ю.В., Лысенко А.А. 2007. Лечение ихтиофтириоза у молоди веслоноса при высоких температурах воды. Научный журнал КубГАУ, 32(8): 1-6.

Молнар К., Секели Ч.И., Ланг М. 2020. Практическое руководство по заболеваниям тепловодных рыб в Центральной и Восточной Европе, на Кавказе и в Центральной Азии. Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре №.1182. Анкара, Турция. ФАО. С. 44.

Новиков А.А. 2020. Воздействие механической фильтрации при лечении ихтиофтириоза декоративных рыб. Материалы 74-й международной научной конференции молодых ученых и студентов СПбГАВМ, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. - Издательство ФГБОУ ВО СПбГАВМ: 172-174 с.

Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. 1998. В 2-х ч. М.: Отд. Маркетинга АМБ-агро. Ч.1. 310 с.

Forwood J.M., Harris J.O., Landos M., Deveney M.R. 2015. Life cycle and settlement of an Australian isolate of *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 from rainbow trout // Folia parasitologica 62: 013.

Ихтиопатологические исследования промысловых рыб западной части Берингова моря в 2019 и 2022 годах

А.В. Согрина¹, Т.Н. Сивкова², Н.Ю. Терпугова¹, Е.В. Ведущева¹

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика

Д.Н. Прянишникова, г. Пермь

E-mail: sograv@yandex.ru

Аннотация. В 2019 и 2022 годах проведены ихтиопатологические исследования промысловых рыб западной части Берингова моря. В 2019 г. исследовано 620 экз., из них у 7,42% рыб установлено наличие патологий жаберных крышек, жабр, печени, гонад и других органов. Наиболее часто аномалии регистрировали у трески – 12,88%. В 2022 г. обследовано 148 экз. трески, из них 3,4% имели новообразования в жаберной полости. Установлено, что основная часть выявленных патологий имеет хронический воспалительный характер вследствие травм, инвазии гельминтами и инфекций.

Ключевые слова: патологии органов, опухоли, промысловые рыбы, Берингово море

В ходе научно-исследовательских экспедиций в Беринговом море в 2019 и 2022 гг. одновременно с ихтиологическими работами проводили обследование рыб на момент обнаружения патологий органов, при выявлении которых отбирали образцы атипичной ткани размером 0,5х0,5 см, фиксировали в 4%-ый формалин, затем подвергали гистологическому анализу по стандартной методике (Ромейс, 1953; Микодина и др., 2009). В 2019 г. было исследовано 620 экземпляров следующих видов: треска (132), минтай (342), камбала двухлинейная (39), камбала желтоперая (6), камбала четырехбугорчатая (58), навага (43). В представленной выборке основную массу патологий выявили у минтая (23 экз.) и трески (18 экз.), тогда как у камбалы и наваги патологические образования были единичными. Выраженной корреляции с полом не установлено, однако среди разных видов это соотношение варьирует. Так, для минтая количество самцов с патологическими изменениями было в 1,5 раза ниже. В 2022 г. анализу подвергли 148 экз. трески, выявлено 5 экз. с новообразованиями в жаберной полости, от которых был осуществлен отбор проб на гистологический анализ (Рисунок 1).

Новообразования были творожистой консистенции серо-розового цвета разных размеров от 0,5х0,5 см до 4,0х2,0 см. При гистологическом исследовании установлено, что ткань представлена волокнами с базофильным оттенком окраски. Наблюдается множество разнокалиберных сосудов, преимущественно капиллярного типа, полнокровных, расположенных в рыхлой, отечной строме. Кровенаполнение сосудов усилено, стенки тонкие или несколько утолщены за счет отека, разволокнены. В окружности сосудов видны округлые и овальные клеточные образования, лишенные ядер, местами с гиперэозинофильным оттенком окраски, тонковолокнистые структуры. Данных по наличию опухолевого процесса нет, предполагаем наличие инфекционного поражения с выраженными сосудистыми нарушениями.

В ходе работ отмечали травмированных рыб вследствие укусов миног. Практически округлой формы повреждения располагались преимущественно в передней части тела, имели размеры около 2х2 см. Края ран имели признаки пролиферации соединительной ткани, что свидетельствует о длительном времени, прошедшем со времени укуса. В мускулатуре в этих случаях отмечали изменения, характерные для воспалительного процесса: мышечные волокна расширены, цитоплазма клеток неравномерно окрашена, гомогенизирована, ядра практически не видны. Строма рыхлая, отечная, местами в ней видны свободно лежащие

эритроциты в виде групп, а также клетки воспалительного ряда (нейтрофилы, лимфоциты, макрофаги).



Рисунок 1. Новообразование в жаберной полости тихоокеанской трески, Берингово море 2022 г.

В мускулатуре минтая выявляли инкапсулированные личинки скребней, окруженные инфильтрацией темного цвета (меланоциты). Микроскопически в поле зрения наблюдали однородные эозинофильные массы, лишенные клеточной структуры, одиночные лимфоциты, нейтрофилы, волокнистую ткань. На гистологическом препарате (рисунок 2): наружная поверхность представлена базофильной оболочкой, под ней – округлые эозинофильные образования, лишенные клеточной структуры (тела гельминтов).

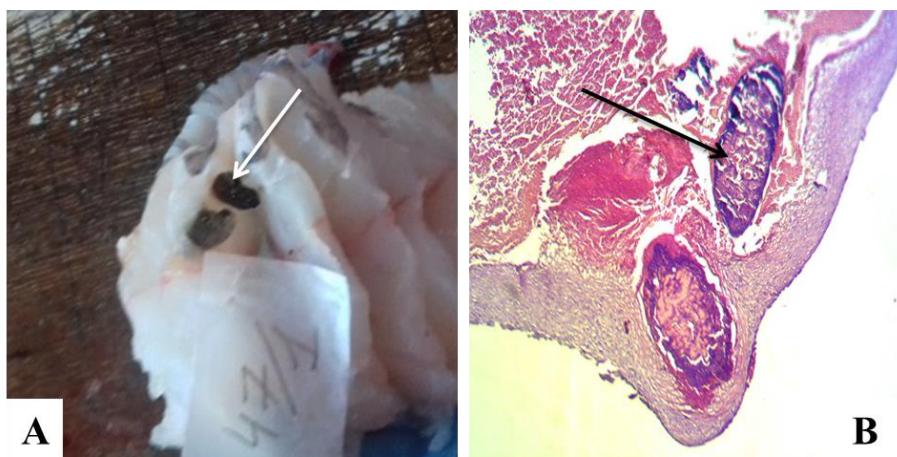


Рисунок 2. Минтай. А - Инкапсулированные личинки скребней в мускулатуре, внешний вид. В – Личинки скребней в слое поверхностных мышц, гистологический препарат. Окраска гематоксилином-эозином. Увеличение x 40

На внутренней поверхности жаберных крышек минтая также обнаружены опухолеподобные образования. При гистологическом исследовании крупного кистозного образования по внутренней поверхности определяется слой эпителиальных клеток с нечеткими границами, базально расположенными ядрами без признаков атипии. За пределами слоя эпителия расположены волокнистые структуры с группами щелевидных сосудов. Просвет кисты заполнен слизистыми массами, расположенными пристеночно. Внутреннее содержимое представлено тканями гельминта (рисунок 3).

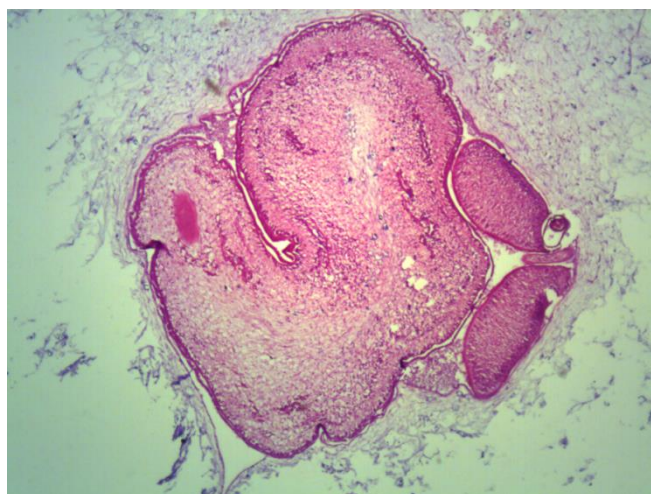


Рисунок 3. Минтай. Киста на жаберной крышке. Гельминт. Окраска гематоксилином-эозином. Увеличение x 40

Среди органов, имеющих признаки патологии у большинства обследованных рыб, лидирующее место занимает печень. У тресковых отмечали изменение окраски органа от светло-бежевого до темно-зеленого, также изменение консистенции в виде наличия очагов уплотнений, хрустящих при разрезе, что является признаком кальцификации на месте хронических воспалительных процессов. Гистологическое исследование позволило определить, что капсула печени находится в состоянии отека. Дольковая и балочная структура стёрты, характерна тотальная жировая дистрофия клеток, местами цитоплазма полностью заполнена жировыми вакуолями. Ядра оттеснены на периферию, сплюснены. Сосуды (центральные и портальные вены) расширены, часто пусты. Периваскулярно определяется избыток волокнистой ткани. В отдельных полях зрения прослеживаются многочисленные гранулёмы, средний диаметр которых составил $222,20 \pm 24,84$ мкм (минимум 125 мкм, максимум 339 мкм), с толстой наружной оболочкой и сетчатым эозинофильным содержимым. В некоторых случаях в тканях печени выявляли срезы личинок нематод.

В гонадах самцов минтая единично регистрировали изменения в виде увеличения и гиперемии, что не является критическим отклонением от нормы (Zhukova, 2018).

Морфологическое и гистологическое исследование органов и тканей промысловых рыб шести видов в прибрежных водах Восточной Камчатки и западной части Берингова моря позволило установить уровень встречаемости патологий в 2019 г – 7,42%, при наивысшем достоверном показателе у трески – 12,88%. Наибольшая часть выявленных патологий представлена хроническими воспалительными процессами, вызванными гельминтами. В ряде случаев установлено образование инфекционных гранулем, а также признаков физиологических процессов, характерных для рыбы (жировая дистрофия печени, стадия нереста). В 2022 г выявлены новообразования в жаберной полости трески (3,4%) инфекционного характера, что требует дальнейшего проведения микробиологических и вирусологических исследований.

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении научно-исследовательских работ и сборе материала экипажам НИС «Профессор Леванидов» и РТМ «Камлайн».

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.
- Ромейс Б. 1953. Микроскопическая техника. М.: Иностранная литература. – 718 с.
- Zhukova K.A. 2018. Spermatogenesis and Testes Maturity Scale in Walleye Pollock *Theragra chalcogramma* (Gadidae) // Journal of Ichthyology 58 (1): 52–58.

Паразитологическое исследование *Boreogadus saida* Lerechin, 1774 морей российской Арктики

А.В. Согрина, О.А. Мазникова, Е.В. Ведущева

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: sograv@yandex.ru

Аннотация: представлены результаты паразитологического исследования и сравнительного анализа показателей паразитарных инвазий *Boreogadus saida* из моря Лаптевых, Чукотского, Восточно-Сибирского, Карского морей. Установлена зараженность сырья эпидемиологически значимыми видами паразитов: *Corynosoma* sp., *Dibothriocephalus* spp. (= *Diphyllobothrium* spp.), *Anisakis* sp., *Pyramicocephalus phocarum*.

Ключевые слова: сайка, *Boreogadus saida*, арктический бассейн, паразитологическое исследование, *Corynosoma* sp., *Dibothriocephalus* spp., *Anisakis* sp.

В настоящее время *Boreogadus saida* Lerechin, 1774 является массовым и промысловым водным биологическим ресурсом (далее – ВБР) российских вод морей арктического бассейна (Датский и др., 2022). Значимость рыбы определяет задачи по изучению ее пищевой безопасности, в том числе по паразитологическим показателям. Ввиду эпизодичности данных, представленных в литературе (Marianne Kjøie 2009; Микулич, 2013; Gjøsaeter, 1987), сформировать представления о паразитофауне сайки морей западного и восточного сектора российской Арктики весьма затруднительно.

Цель настоящего исследования – оценить безопасность сырья *B. saida* по паразитологическим показателям, изучить распространение эпидемиологически значимых паразитов и установить показатели зараженности данного ВБР.

В ходе траловой съемки НИС «Профессор Леванидов» в августе – сентябре 2019 года для паразитологического анализа отобрали *B. saida* из моря Лаптевых (152 экз.), Чукотского (207 экз.), Восточно-Сибирского (62 экз.), Карского (193 экз.) морей. Замороженные образцы были доставлены в лабораторию ФГБНУ «ВНИРО», где провели неполное паразитологическое исследование по стандартной методике (МУК 3.2.988-00, Быховская-Павловская, 1985).

В ходе паразитологического анализа регистрировали *Anisakis* sp. larva в полости тела рыб во всех исследуемых акваториях, более высокие показатели зараженности отмечали в Карском море и море Лаптевых, где экстенсивность инвазии (ЭИ) составила 13,0 % и 6,6 % соответственно. Во всех исследуемых морях отмечали инвазию цестодами *Dibothriocephalus* spp., ЭИ варьировала от 0,5 % до 5,3 %. Плероцеркоиды *Pyramicocephalus phocarum* выявлены у сайки из Чукотского моря и моря Лаптевых, ЭИ – 3,85 % и 4,6 % соответственно. Скребни *Corynosoma* sp. обнаружены (ЭИ 0,5–4,3 %) в Чукотском, Карском и море Лаптевых, но не выявлены у рыб Восточно-Сибирского моря. Отмечены инвазии паразитическими копеподами *Haemobaphes cyclopterina* и *Clavella adunca*, показатель ЭИ во всех случаях не превышал 3,5% (таблица 1).

Таблица 1. Паразитологические показатели зараженности *Boreogadus saida* в морях российской Арктики

Вид и локализация паразита	Количественные показатели паразитарных инвазий			
	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.	min-маx ИИ
Чукотское море				
<i>Corynosoma</i> sp. пт.	4,35	1,77	0,07	1-4
<i>Anisakis</i> sp. larva пт.	3,38	1,28	0,047	1-2

<i>Pyramicocephalus phocarum</i> пт.	3,85	1,0	0,01	0-1
<i>Dibothriocephalus</i> sp. пт.	5,31	1,18	0,06	1-2
<i>Haemobaphes cyclopteryna</i> , жабры	1,93	1	0,01	0-1
Восточно-Сибирское море				
<i>Dibothriocephalus</i> sp., пт.	4,83	2,0	0,1	0-1
<i>Anisakis</i> sp. larva, пт.	3,23	1,50	0,05	0-1
<i>Haemobaphes cyclopteryna</i> , жабры	3,23	1,00	-	0-1
Карское море				
<i>Anisakis</i> sp. larva пт.	13,0	2,83	0,37	1-20
<i>Corynosoma</i> sp. пт.	0,5	1	-	0-1
<i>Diphyllobothrium</i> sp. пт.	0,5	1	-	0,1
<i>Clavella adunca</i> , плавник	1,03	1	0,01	0-1
Море Лаптевых				
<i>Anisakis</i> sp. larva пт.	6,57	1,7	0,11	1-4
<i>Haemobaphes cyclopteryna</i> , жабры	1,97	1	0,01	0-1
<i>Corynosoma</i> sp. пт.	0,65	1	-	0-1
<i>Pyramicocephalus phocarum</i> пт.	4,6	2	0,1	0-1

Примечание: пт. – полость тела; ЭИ-экстенсивность инвазии; ИИ-интенсивность инвазии; ИО-индекс обилия

Анализируя полученные результаты можно проследить схожесть паразитофауны Чукотского моря и моря Лаптевых и значительную разницу с данными зараженности рыб Восточно-Сибирского и Карского моря. Такое отличие может возникнуть по причине отсутствия тех или иных участников жизненного цикла паразита или существование других лимитирующих факторов. Выявлено заражение *B. saida* эпидемиологически значимыми паразитами (*Corynosoma* sp., *Dibothriocephalus* spp., *Anisakis* sp., *P. phocarum*), в связи с этим, необходимо уделить внимание соблюдению ветеринарно-санитарных норм при переработке сырья и употреблении данного вида ВБР.

Список литературы

- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука. - 121 с.
- Датский А.В., Ведищева Е.В., Трофимова А.О. 2022. Особенности биологии массовых рыб в российских водах Чукотского моря. 1. Промысловая биомасса рыб. Семейство тресковые GADIDAE / Вопросы ихтиологии. Т. 62, № 4. С. 387-412.
- Микулич Е.Л. 2013. Видовое разнообразие гельминтов у некоторых видов морских рыб / Учёные записки учреждения образования Витебская ордена знака почёта государственная академия ветеринарной медицины. 49 (1):110-115.
- МУК 3.2.988–00. 2001. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. М: Стандартинформ, 35с.
- Jakob Gjosaeter. 1987. Morphological and ecological studies of *Clavella adunca* (Copepoda, lernaepodidae) on polar cod, *Boreogadus saida* Marine Biology Research Volume 72. p. 3-4
- Marianne Køie. 2009. *Boreogadus saida* (Lepechin) (Gadidae): a review of its metazoan parasite fauna from Greenland, eastern Canada, Alaska and the Russian Arctic//Polar Biology 32, p.1399-1406.

Эпизоотическая ситуация в озере Телецкое Республики Алтай по результатам исследований в 2021 году

И.Ю. Теряева, В.И. Щербаков, Г.А. Романенко, С.А. Осипов

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул
E-mail: teryaeva_altainiro@mail.ru

Аннотация. Приведены данные по паразитологическим исследованиям водных биологических ресурсов озера Телецкое Республики Алтай. Выделены основные группы встречающихся паразитов: миксоспоридии, цестоды, трематоды и нематоды.

Ключевые слова: Телецкое озеро, ихтиофауна, заболевания рыб, мониторинг.

Озеро Телецкое относится к наиболее важному в рыбохозяйственном отношении водоему Республики Алтай, в котором сосредоточено около 70,0 % всех рыбных запасов региона.

Попытки промысла рыбы в оз. Телецкое, предпринятые в 30–40-х годах XX века, экономически себя не оправдали. К 70-м годам XX века дальнейшее рыбохозяйственное освоение водоема в промышленных целях было прекращено ввиду экономической нецелесообразности.

Телецкое озеро – пресноводный, слабоминерализованный, богатый кислородом, холодноводный, проточный горный водоем со снеговым, дождевым и подземным питанием (Селегей, Селегей, 1978). Основные морфометрические характеристики озера: длина – 77,8 км, ширина – 0,6–5,2 км, площадь акватории – 223 км², объём – 40 км³, наибольшая глубина – 325 м, средняя глубина – 174 м, площадь водосбора – 19500 км². В озеро впадает 70 рек и 150 временных водотоков, более 70 % всей поступающей воды даёт р. Чулышман. Из озера вытекает одна река – Бия, образующая после слияния с рекой Катунь, реку Обь. Озеро Телецкое – самое глубокое в Западной Сибири и занимает 39 место среди самых глубоких озер мира (Herdendorf, 1990).

Озеро и прилегающие территории – место традиционного природопользования коренных малочисленных народов, их хозяйственной деятельности и промысла. Систематические ихтиопатологические наблюдения в естественных водоемах, служат для оценки состояния и прогноза изменения численности ихтиофауны, так как паразитарные инвазии могут наносить урон популяциям рыб и здоровью человека.

Ихтиопатологический мониторинг позволяет уделять больше внимания санитарному состоянию водоемов и чаще проводить обследования объектов воспроизводства, а также своевременно разрабатывать практические рекомендации по предупреждению заболеваний рыб.

Целью работы было изучение современной эпизоотической обстановки по инфекционным и инвазионным болезням рыб в озере Телецкое Республики Алтай.

Отбор проб и обработка материала по ихтиопатологическому состоянию гидробионтов проводились согласно МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыб, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» Федерального центра Госсанэпиднадзора Минздрава России» и общепринятых методик: «Лабораторный практикум по болезням рыб» (Мусселиус, 1983) и «Руководство по изучению паразитов рыб» (Быковская-Павловская, 1985). Для видовой идентификации паразитов использовали определители (Определитель паразитов..., 1984; 1985; 1987).

При проведении ихтиопатологических исследований для оценки заражённости рыб использовались общепринятые в паразитологии показатели:

- пораженность, или экстенсивность инвазии (ЭИ) – число зараженных экземпляров рыб к числу исследованных в процентах;
- интенсивность инвазии (ИИ) – минимальное и максимальное число паразитов в одной зараженной особи рыбы;
- индекс обилия (ИО) – среднее число паразитов на каждую обследованную рыбу в выборке (СанПиН 2.3.2.1078-2001...,2001; Филиппов, 2006).

За весенне-летний периоды 2021 г. был произведен отбор проб ихтиоматериала на паразитологический анализ из озера Телецкое Республики Алтай. Было отобрано и проведено ихтиопатологическое исследование у 58 экземпляров рыб: обыкновенного сига *Coregonus lavaretus* (Linneus, 1758)), речного окуня *Perca fluviatilis* Linneus, 1758, обыкновенной щуки *Esox lucius* Linneus, 1758, ельца (*Leuciscus leuciscus* (Linneus, 1758), налима (*Lota lota*).

По результатам проведенных исследований в оз. Телецкое в границах Улаганского и Турочакского районов Республики Алтай обнаружены всего четыре группы паразитов: миксоспоридии – один, цестод – один, трематод – 2, нематод – один вид:

- у налима отмечена пораженность *Diplostomum spathaceus* экстенсивность инвазии 100,0 %, интенсивность инвазии (11 – 50), индекс обилия 30,5 экз. паразитов; *Triaenophorus nodulosus* экстенсивность инвазии 100,0 %, интенсивность инвазии (3 – 20), индекс обилия 11,5 экз. паразитов.
- у обыкновенной щуки отмечена пораженность *Triaenophorus nodulosus* экстенсивность инвазии 100,0 %, интенсивность инвазии (22– 37), индекс обилия 30,3 экз. паразитов; *Azygia lucci* экстенсивность инвазии 50,0 %, интенсивность инвазии (1– 4), индекс обилия 1,25 экз. паразитов.
- у речного окуня отмечена пораженность *Diplostomum chromatophorum* экстенсивность инвазии 22,2 %, интенсивность инвазии (5 – 6), индекс обилия 1,2 экз. паразитов
- у обыкновенного сига отмечена пораженность *Triaenophorus crassus* с экстенсивностью инвазии 26,7 %, интенсивностью инвазии (1 – 3), индексом обилия 0,5 экз. паразитов; *Cystidicoloides ephemeridarum crassus* с экстенсивностью инвазии 40,0 %, интенсивностью инвазии (1-15), индексом обилия 1,7 экз. паразитов.
- у ельца паразиты и заболевания не были обнаружены.

Таким образом, в наибольшем количестве отмечены паразиты, жизненный цикл которых протекает при участии зоопланктона, (цестоды родов *Triaenophorus* и трематоды рода *Diplostomum*). Также у рыб отмечается одновременное паразитирование нескольких видов возбудителей, что подтверждается исследованиями других исследователей. В настоящее время исследования продолжаются. Стоит отметить, что возможное расширение исследований в данном направлении, является достаточно значимым и важно осуществлять регулярный контроль за паразитами, которые вызывают заболевания у рыб.

Список литературы

Быховская–Павловская И.Е.1985. Паразиты рыб – руководство по изучению. Л.: Наука, 117 с.

Лабораторный практикум по болезням рыб. 1983. Под ред. В.А. Мусселиус. М.: Легкая и пищевая промышленность, 253 с.

Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: методические указания. 2001. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 69 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1984. Т. 1. Л.: Наука, 431 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР.1985. Т. 2. Л.: Наука, 425 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1987. Т. 3. Л.: Наука, 583 с.

Селегей В.В., Селегей Т.С. 1978. Телецкое озеро. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Л.: Гидрометеиздат, 143 с.

СанПиН 2.3.2.1078-2001 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утвержденные Постановлением главного государственного санитарного врача от 14.11.2001 № 36.

Филиппов К.К. 2006. Рыболовство в Алтайском крае: Рекомендации. Барнаул: РАСХН. Сиб. отделение. АНИИСХ., 20 с.

Herdendorf C.E. 1990. Distribution of the World's Large Lakes. Large Lakes: Ecological Structure and Function. Springer. Verlag, New York, P. 3–38.

Паразиты атлантического лосося (*Salmo salar* L.) бассейна р. Кола и р. Тулома в 2022 г.

К.А. Хайдаров, Н.Ю. Терпугова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: hka.vigis@gmail.com

Аннотация: в статье представлены результаты паразитологического исследования атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в водоёмах Баренцевоморского бассейна (р. Тулома и р. Кола)

Ключевые слова: паразитофауна, семга, Баренцевоморский бассейн, р. Тулома, р. Кола.

Атлантический лосось или семга (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) занимает весьма обширный ареал. Она распространена в Северной части Атлантического океана и западной части Северного Ледовитого океана. Ведет проходной образ жизни и является анадромным видом. Нагул проходит, как правило, в море, где основным источником пищи служат стайные рыбы, затем поднимается в реки на нерест. С прошлого века популяция атлантического лосося стремительно сокращается (Торцев, 2021). Первоначальной причиной исчезновения вида является нерациональное ведение рыбного промысла, а затем нарушение водного режима рек и нерестовых угодий в результате гидростроительства, лесосплава, загрязнения водоёмов (Понамарева, 2007). Известно, что паразиты способны регулировать численность хозяев в видовом сообществе (Орлова, Орлов, 2019). Имея сведения о паразитарной системе можно спрогнозировать развитие инвазии и зоонозов, которые могут привести к гибели особо ценных видов рыб. Цель работы - изучить заражённость атлантического лосося паразитами в водоёмах Баренцевоморского бассейна.

Паразитологические исследования проводились по стандартным методикам (Быховская-Павловская, 1985; Лабораторный практикум по болезням..., 1983). Методом неполного паразитологического анализа обследовано 30 экз. атлантического лосося, из них 24 экз. самцов и 6 экз. самок, выловленных летом 2022 г. р. Тулома и р. Кола. Размерно-весовые показатели атлантического лосося в среднем составляли $60,80 \pm 1,04$ см, $2,40 \pm 0,120$ кг. Идентификацию выявленных гельминтов проводили с помощью определителя (Бауер, 1987). Для оценки заражённости рыб применялись стандартные показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ, %), интенсивность инвазии (ИИ, экз.) и индекс обилия (ИО, экз.).

У всех обследованных рыб были отобраны пробы периферической крови и произведены мазки для выявления кровепаразитов, изготовленных согласно общепринятым методикам (Быховская-Павловская, 1985). Для выявления спор микроспоридий были изготовлены мазки-отпечатки почек, мышечной ткани и головного мозга. Микроскопию проводили с помощью микроскопов OLYMPUS BX45 и МБС-10.

В ходе паразитологического исследования атлантического лосося было выявлено 8 паразитических видов, относящиеся к 4 классам: цестодам (*Eubothrium crassum* Batsch, 1779), трематодам (*Brachyphallus crenatus* Rudolphi, 1802, *Derogenes varicus* Müller, 1784, *Lecithaster gibbosus* Rudolphi, 1802), нематодам (*Hysterothylacium aduncum*, *H. aduncum* l. Rudolphi, 1802, *Anisakis simplex* l. Rudolphi, 1809) и акантоцефалам (*Echinorhynchus gadi* Müller, 1776).

При анализе данных р. Тулома и р. Кола отмечается, что видовой состав гельминтов значительно не отличается (7 и 6 видов, соответственно). Однако степень заражения семги в р. Кола существенно выше, чем р. Тулома (таблица).

Таблица. Паразитофауна атлантического лосося Баренцевоморского бассейна в р. Тулома и р. Кола летний период 2022 г.

Вид паразита	р. Тулома			р. Кола		
	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
Cestoda						
<i>Eubothrium crassum</i>	31,6	1-13	1,4	72,7	1-14	5,8
Trematoda						
<i>Brachyphallus crenatus</i>	36,6	1-3	0,9	36,3	1-4	0,9
<i>Derogenes varicus</i>	100,0	2-32	14,5	100,0	2-438	63,4
<i>Lecithaster gibbosus</i>	21,0	1-3	0,3	0,0	0	0,0
Nematoda						
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	94,7	2-66	11,4	100,0	2-88	21,5
<i>Anisakis simplex</i> l.	36,8	2-20	2,7	27,2	9-15	3,2
Acanthocephala						
<i>Echinorhynchus gadi</i>	10,1	3-4	0,36	10,0	10	0,9

У всех обследованных особей в желудочно-кишечном тракте были выявлены трематоды *D. varicus* (ЭИ-100 %) в обоих обследованных водоёмах. Максимальная интенсивность инвазии данным паразитом отмечена в р. Кола (ИИ-2-438 экз.), чем в р. Тулома (ИИ-2-32 экз.). Также в обоих обследованных водоёмах в равной степени был обнаружен дигенетический сосальщик *B. crenatus* (ЭИ-36,6 % – р. Тулома и ЭИ-36,3 % – р. Кола). Другой вид трематоды – *L. gibbosus* обнаружен только в р. Тулома у 21,0 % атлантического лосося с интенсивностью инвазии 1-3 экз.

Уровень заражённости семги нематодами *H. aduncum* также был высоким в исследуемых реках (ЭИ от 94,7 % до 100 %). При этом данные нематоды обнаружены как в личиночной форме III-IV стадии на серозных покровах брюшной полости (ЭИ-23,3 %), так и взрослые особи (ЭИ-96,6 %) в желудке, кишечнике и пилорических отростках. Высокие показатели паразитарной инвазии указывают на то, что сёмга питается преимущественно рыбой, которая является резервуарным хозяином этих паразитов.

В ходе паразитологического исследования акантоцефалы *E. gadi* (рисунок 1) были обнаружены в редких случаях (ЭИ-10,0%), при этом интенсивность инвазии варьировала от 3 до 10 экз.



Рисунок 1. Головной конец *Echinorhynchus gadi*, нативный препарат, увеличение X10, фото автора

Помимо этого в кишечнике был обнаружен один вид класса ленточных червей – *E. crassum*, максимальные показатели его отмечены в р. Коле (ЭИ-72,7 %; ИИ-1-14 экз.).

Стоит отметить, в паразитофауне семги обнаружен один эпизоотологически значимый паразит *Anisakis simplex* L. в обследованных акваториях. Высокие паразитарные показатели обнаружены в р. Тулома (ЭИ-36,8 %; ИИ-2-20 экз.). Паразит локализовался на внутренних органах в брюшной полости (рисунок 2).

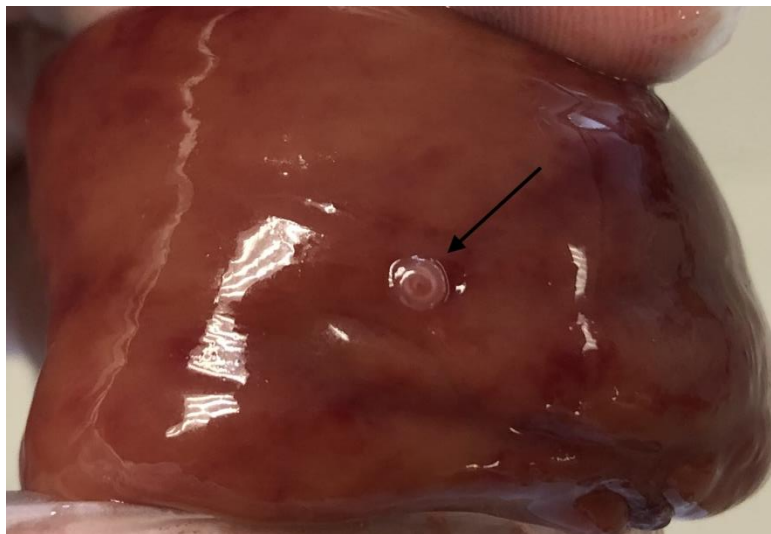


Рисунок 2. Нематода *Anisakis simplex* L. на печени атлантического лосося, фото автора

В мазках-отпечатках почек, головного мозга, мышц и мазках крови паразиты не обнаружены.

Паразитофауна семги зависит от питания, рационом которых входят различные беспозвоночные, зоопланктон и рыбы, являющиеся в свою очередь промежуточными и резервуарными хозяевами многих паразитических организмов (Полянский, 1955; Митенева 1984; Шестопал и др., 1981).

Таким образом, паразитофауна атлантического лосося, выловленного в водоёмах Баренцморского бассейна в летний период 2022 г. объединяла три вида трематод (*B. crenatus*, *D. varicus*, *L. gibbosus*), два вида нематод (*H. aduncum*, *A. simplex* L.), один вид скребня (*E. gadi*) и один вид цестод (*E. crissum*). Самыми многочисленными паразитами были трематода *D. varicus* и нематода *H. aduncum* достигавшие стопроцентного заражения у обследованных особей. Зараженность атлантического лосося выявленными гельминтами была на уровне паразитоносительства и клинических проявлений заболеваний не выявлено.

Список литературы

- 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 Л.: Наука. С. 121.
- Лабораторный практикум по болезням рыб. 1983. Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вихман А.А. М.: Легкая и пищевая промышленность. 296с.
- Митенев В.К. 1984. Паразитофауна проходных лососей *Salmo salar* L. и *Salmo trutta* L. водоёмов Кольского полуострова // Эколого-паразитологические исследования Северных морей. Апатиты. С. 88-97.
- Орлова М.В., Орлов О.Л. 2019. Охрана паразитических видов животных: проблемы и перспективы. Nature Conservation Research. Заповедная наука. Т. 4 №1. С. 1-21.
- Полянский Ю.И. 1955. Материалы по паразитологии рыб Северных морей СССР. Паразиты рыб Баренцева моря // Труды ЗИН АН СССР. Т. 19. С. 5-170.
- Пономарева Е.В. 2007. Популяционная структура атлантического лосося (*Salmo salar* L.) Европейского Севера России. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 24 с

Торцев А.М. 2021. Биологические основы управления запасами атлантического лосося (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) в бассейне реки Северная Двина и совершенствование регулирования его промысла. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Архангельск. 24 с.

Шестопад И.П., Кузнецова Г.М., Лысенко Л.Ф. 1981. О питании семги в море // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Материалы семинара. Петрозаводск. С. 185-188.

Краткие результаты ихтиопатологических исследований в товарных карповых хозяйствах юга России

В.Н. Хорошельцева, Т.В. Стрижакова, А.А Керимова

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону
E-mail: horosheltseva_v_n@azniirkh.ru

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются краткие результаты ихтиопатологических исследований, проведенных на рыбоводных предприятиях юга России (Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края). В течение 2016-2018 гг. методом полного паразитологического вскрытия было изучено 1054 экз. выращиваемых рыб. В результате выполненных исследований зарегистрировано 36 видов паразитов из 9 классов. Отмечено 7 случаев заболеваний паразитарной природы.

Ключевые слова: аквакультура, болезни рыб, паразиты, паразитарные заболевания

Развитие аквакультуры является одним из приоритетных направлений в России, что отражено в «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 года № 2567-р). Южные регионы страны вносят существенный вклад в развитие аквакультуры, являясь лидерами отрасли. Так, по данным Федерального агентства по рыболовству, в 2021 г. рыбоводными предприятиями Южного федерального округа было получено 79,5 тыс. тонн товарной продукции, что составило 22,3 % от объемов производства во всей стране.

Устойчивое развитие аквакультуры подразумевает обеспечение отрасли специализированными кадрами, доступными и качественными кормами, современным оборудованием и технологиями, а также научной поддержкой, в том числе в части ихтиопатологического благополучия.

В 2016-2018 гг. ФГБНУ «АзНИИРХ» (ныне - Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО») являлся одним из участников проекта «Разработка комплексной системы научно обоснованных мер по обеспечению ихтиопатологического благополучия объектов и хозяйств аквакультуры в Российской Федерации». В настоящей работе приводятся краткие результаты исследований по оценке эпизоотического статуса рыб прудового комплекса на юге России.

Материал для исследования был собран в товарных карповых хозяйствах трех субъектов: Ростовской области (4 хозяйства), Краснодарского (3 хозяйства) и Ставропольского (1 хозяйство) краёв. Методом полного паразитологического вскрытия (Быховская-Павловская, 1985) исследовано более 1000 экз. рыб трёх видов: 526 экз. карпа *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758; 157 экз. белого амура *Stenopharyngodon idella* Valenciennes, 1844; 371 экз. толстолобиков гибридной формы – *Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes, 1844 × *Aristichthys nobilis* Rich., 1846. Видовая идентификация выделенных патогенов проводилась с использованием Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР (1984; 1985; 1987).

В результате у объектов аквакультуры в обследованных рыбоводных предприятиях зарегистрировано 36 видов паразитов из 9 классов: Muxosporidia (1 вид), Oligohymenophorea (1 вид), Monogenea (12 видов), Cestoda (6 видов), Trematoda (3 вида), Chromadoreia (3 вида), Copepoda (7 видов), Ichthyostraca (2 вида), Palaeacanthocephala (1 вид). Наибольшее количество видов (26) было выявлено у карпа. Паразитофауна белого амура включала 15 видов паразитов, толстолобика - 14.

В составе паразитофауны карпа наибольшее представительство имели цестоды – 6 видов. Экстенсивность заражения плоскими червями колебалась в пределах 3-60 %. Среди этой группы были отмечены и самые высокие показатели интенсивности инвазии. Так, в

отдельных случаях заражения сеголетков карпа карантинной цестодой *Bothriocephalus (Schyzocotyle) acheilognathi* Yamaguti, 1934 количество паразитов у одной особи приближалось к 270 экз., а кариофиллюсов *Caryophyllaeus fimbriceps* Annenkova-Chlopina, 1919 – к 250 экз.

У белого амура преимущественное положение в фауне паразитов занимали представители классов Сорерода и Моногенея. Чаще всего, с экстенсивностью инвазии более 31 %, регистрировались видоспецифичные моногенетические сосальщики *Dactylogyrus ctenopharingodonis* Achmerow, 1952.

В паразитофауне гибридного толстолобика доминировали глазные трематоды р. *Diplostomum* Nordmann, 1832 (экстенсивность инвазии более 15 %) и паразитирующие на жабрах моногенеи *Dactylogyrus hypophthalmichthys* Akhmerov, 1952 (экстенсивность инвазии около 13 %).

В большинстве случаев заражение объектов аквакультуры носило характер паразитоносительства с отсутствием у рыб выраженного негативного эффекта. Наряду с этим, в некоторых рыбоводных хозяйствах инвазия сопровождалась клиническими проявлениями, при вскрытии обнаруживались патологические изменения в организме гидробионтов. В подобных случаях инвазия характеризовалась как «заболевание». У объектов аквакультуры было зарегистрировано 7 заболеваний паразитарной природы.

У белого амура отмечены дактилогироз (возбудители *Dactylogyrus lamellatus* Akhmerov, 1952 и *D. ctenopharingodonis* Achmerow, 1952), синэргазилез (*Sinergasilus major* Markevich, 1940), лернеоз (*Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758) и комплексное заболевание, вызванное совместным паразитированием в полости тела рыб плоских червей – лигул (*Ligula intestinalis* Linnaeus, 1758) и нематод-гаркавилланусов (*Garkavillanus amuri* Garkavi, 1972). Видимый негативный эффект на организм белого амура наблюдался при комплексном заболевании «лигулез+гаркавилланоз». В зафиксированном нами случае у зараженных рыб отмечалось истончение брюшной стенки, легкоспадающая чешуя, деградация тканей паренхиматозных органов (печень, почки), атрофия гонад. На внутренних стенках брюшной полости обнаруживались обширные гиперемированные участки, а в самой полости – большой объем желеобразного кровянистого экссудата.

Зараженность трехлетков белого амура рачками *S. major*, насчитывавшими сотни экз. у одной особи хозяина (индекс обилия более 150 экз.), имела ярко-выраженную картину синэргазилёза в виде повышенного ослизнения и отечности жабр, их «изъеденности» и нарушения целостности жаберных пластинок. При лернеозе у больных особей интенсивность инвазии рачков достигала 80 экз., а индекс обилия лерней составлял около 44 экз. Существенными негативными последствиями паразитирования рачков являются образование язв на теле рыб, служащих «воротами» для бактериальных и грибковых инфекций, а также потеря рыбами товарного качества.

Паразитарные заболевания карпа зарегистрированы в двух хозяйствах. У сеголетков был отмечен ботриоцефалез, вызываемый ленточным червем *B. acheilognathi*, паразитирующим в кишечнике. У старших возрастных групп – помфоринхоз, возбудителем которого является скребень *Pomphorhynchus laevis* Zoega in Müller, 1776. Паразит насчитывал десятки экземпляров и вызывал прободение стенки кишечника.

Редкие случаи регистрации заболеваний не исключают рисков возникновения эпизоотий ввиду высокого видового разнообразия паразитарных патогенов и несоблюдения технологических требований к выращиванию рыб во многих рыбоводных хозяйствах. Для недопущения массового развития паразитов на предприятиях аквакультуры юга России необходим постоянный ихтиопатологический контроль, соблюдение правил перевозки гидробионтов в соответствии с регионализацией территории РФ, проведение профилактических мероприятий и антипаразитарных обработок разрешенными лекарственными препаратами.

Список литературы

Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л.: изд-во «Наука», 121 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1 «Паразитические простейшие». 1984. Л.: изд-во «Наука», 438 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. «Паразитические многоклеточные (первая часть)». 1985. Л.: изд-во «Наука», 425 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. «Паразитические многоклеточные (вторая часть)». 1987. Л.: изд-во «Наука», 583 с.

Структурные изменения цестодофауны карповых рыб в дельте Волги

Д.Р. Юлдашева¹, А.П. Калмыков^{1,2}, С.А. Власенков², Р.Н. Тулендеев^{1,2}, М.М. Газиев¹, А.В. Конькова¹

¹Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, г. Астрахань

²Астраханский государственный природный биосферный заповедник, г. Астрахань
E-mail: kalmykov65@rambler.ru

Аннотация. В связи с падением уровня Каспийского моря, изменением видового разнообразия зоопланктона и смещением нерестилищ рыб, как промежуточных и дефинитивных хозяев, в дельте Волги происходят структурные изменения цестодофауны карповых рыб. В данной статье приводятся данные, полученные методом полных гельминтологических вскрытий 906 экземпляров 9-ти видов карповых рыб за период с 2016 по 2022 гг. У карповых рыб было обнаружено 12 видов цестод, 5 из которых зарегистрированы у новых хозяев.

Ключевые слова: цестодофауна, цестоды, гельминты, карповые рыбы, дельта Волги, уровень Каспийского моря, авандельта, култуки, нерестилища, зоопланктон.

Динамика зараженности рыб цестодами определяется факторами как естественного, так и антропогенного характера.

Периодические колебания уровня Каспийского моря и изменение стока Волги вызывают структурные и функциональные перестройки в популяции животных биоценозов дельты Волги, в том числе и рыб, являющихся дополнительными и дефинитивными хозяевами многих видов цестод. Все эти изменения происходят на фоне интенсивного хозяйственного освоения дельты.

Выявление причин, вызывающих изменения зараженности рыб цестодами, возможно при комплексном изучении взаимосвязей, которые приводят к изменениям, происходящим в растительных сообществах, качественном и количественном составе, численности и распределении беспозвоночных и позвоночных животных – хозяев цестод.

В тексте использованы показатели экстенсивности инвазии (ЭИ%), лимиты интенсивности инвазии (лимиты ИИ, экз.) и индекс обилия (ИО).

Экологические особенности разных видов рыб определяют их приуроченность к определенному биотопу или типу водоема (Никольский, 1980; Яблонская, Зайцев, 1958).

Падение уровня Каспийского моря началось в 2006 г. За последующие 16 лет среднегодовой уровень Каспия снизился на 118 см («О состоянии уровня Каспийского моря», 2011; Координационный комитет... 2022), что к настоящему моменту приводит к интенсивному горизонтальному нарастанию надводной дельты и «окултучиванию» авандельты (Малов, Жужнева, 2021), активизации эрозионно-аккумулятивных процессов и возрастанию гидролого-геоморфологической дифференциации ландшафта с образованием в отдельных его областях форм рельефа характерного для надводной дельты (Малов, Жужнева, 2020).

В русловых водотоках, а также в култушной и островной зонах авандельты отмечается плавное увеличение видового разнообразия зоопланктона (Бирюкова, 2020), в частности личинок сем. Chironomidae, амфипод, олигохет и ручейников (Кашина, 2020), которые являются промежуточными хозяевами для многих видов цестод.

В 2017–2021 гг., наблюдается (Подолько, 2021) значительное смещение нерестилищ воблы, леща, сазана, красноперки, густеры, серебряного карася из култушной зоны в направлении Каспийского моря.

Суммируя данные, полученные нами в течение 2016–2022 гг. в дельте Волги методом полных гельминтологических вскрытий по К.И. Скрябину (1928) нами было обследовано 906

экз. 9-ти видов карповых рыб (таблица). В ранее опубликованных работах по цестодофауне рыб в период падения уровня Каспийского моря (Kalmykov et al., 2014; Калмыков и др., 2013; Иванов и др., 2012) и в настоящее время отмечается уменьшение ЭИ, по сравнению с предыдущими работами исследователей (Догель, Быховский, 1939; Дубинин, 1949; Иванов, 1946; Курочкин, 1968; Семенова и др., 1995) и увеличение видового разнообразия цестод у карповых рыб (таблица) – было обнаружено 12 видов цестод. Все виды паразитов являются биогельминтами.

Обнаруженные цестоды относятся к 5-и отрядам (Bothriocephalidea – 2 вида, Triaenophoridae – 1 вид, Caryophyllidea – 6 видов, Cyclophyllidea – 2 вида и Diphyllbothriidea – 1 вид) и 7-и семействам. Максимальное число семейств в отрядах Bothriocephalidea и Caryophyllidea – по 2, в отрядах Triaenophoridae, Cyclophyllidea и Diphyllbothriidea – по 1 семейству. Богаче всех в видовом отношении представлено семейство Caryophyllidea.

Для 7 видов цестод – *Bothriocephalus opsariichtyis*, *Schyzocotyle acheilognathi*, *Biacetabulum appendiculatus*, *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Caryophyllaeus laticeps*, *Khawia sinensis* и *Caryophyllaeides fennica* рыбы являются дефинитивными хозяевами.

Таблица. Сравнительная характеристика видового состава цестод у промысловых видов карповых рыб (ЭИ (%))

Виды цестод	Локализация	Серебряный карась	Жерех	Синец	Густера	Белоглазка	Линь	Лещ	Сазан	Красноперка
<i>Bothriocephalus opsariichtyis</i>	Кишечник	13,6	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Schyzocotyle acheilognathi</i>	Кишечник	13,6	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Eubothrium crassum</i>	Кишечник	–	7,7	–	–	–	–	–	–	–
<i>Biacetabulum appendiculatus</i>	Кишечник	–	–	5,0	1,45	5,0	–	–	–	–
<i>Caryophyllaeus fimbriceps</i>	Кишечник	22,0	–	1,0	–	5,0	–	–	–	–
<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	Кишечник	–	–	5,0	–	5,0	–	–	–	–
<i>Caryophyllaeus</i> spp.	Кишечник	–	–	–	–	–	15,4	40,0	1,1	–
<i>Khawia sinensis</i>	Кишечник	–	4,6	–	1,7	–	–	–	3,33	–
<i>Caryophyllaeides fennica</i>	Кишечник	–	–	–	2,1	–	–	9,0	30,3	10,7
<i>Gryporhynchus pusillus</i>	Цистицерки в кишечнике	1,4	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Neogryporhynchus cheilancristrotus</i>	Полость тела	3,3	–	5,0	0,72	4,8	–	–	–	–
<i>Ligula interrupta</i>	Полость тела	2,1	20,0	–	–	–	–	–	–	–

Таким образом, в исследуемом регионе нами зарегистрировано 5 видов цестод у новых хозяев: *Eubothrium crassum* (Bloch, 1779) – у жереха, *Biacetabulum appendiculatus* (Szidat, 1937) – у синца, густеры и белоглазки, *Caryophyllaeus laticeps* (Pallas, 1781) – у синца и белоглазки, *Caryophyllaeides fennica* (Schneider, 1902) – у сазана, густеры и леща, *Neogryporhynchus cheilancristrotus* (Wedl, 1855) – у синца.

Список литературы

- Бирюкова, М.Г. 2020. Сезонные изменения индексов биоразнообразия зоопланктонного сообщества в нижней зоне дельты и авандельты реки Волга / М. Г. Бирюкова // Труды Астраханского государственного природного биосферного заповедника: Сборник Трудов. – Астрахань: ИП Коновалов И.С.: с. 52– 57.
- Догель В.А., Быховский Б.Е. 1939. Паразиты рыб Каспийского моря. Изд. АН СССР, с. 1–150.
- Дубинин В.Б. 1949. Экспериментальные исследования над циклами развития некоторых паразитических червей животных дельты Волги. Паразитологический сборник. ЗИН АН СССР, вып. 11., с. 126–160.
- Иванов Г.Я. 1946. К гельминтофауне карповых рыб дельты Волги // Гельминтол. сб., посвящ. 40-летию ак. К.И.Скрябина. Изд-во АН СССР, с. 121–125.
- Иванов В.М., Калмыков А.П., Семенова Н.Н., 2018. Гельминты животных и человека в Астраханской области. Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич, 92с.
- Калмыков А.П., Федорович В.В., Семенова Н.Н., Иванов В.М. 2013. Паразитофауна жереха *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758), обитающего в водоемах низовьев дельты Волги. – Паразитология в изменяющемся мире. Материалы V Съезда паразитологического общества при Российской академии наук: Всероссийская конф. С междунар. участием (23–26 сент. 2013 г.) Новосибирск: Гармонд, с. 81.
- Кашина Г.В. 2020. Биоразнообразие зообентоса Обжоровского участка Астраханского заповедника // Труды Астраханского государственного природного биосферного заповедника: Сборник Трудов. – Астрахань: ИП Коновалов И.С., с. 58– 61.
- Курочкин Ю.В. 1968. О новых паразитологических находках на Каспии и в районе дельты Волги. – Труды Астраханского Государственного заповедника – Астрахань: Волга, – Выпуск 11. – С. 177–186.
- Малов В.Г., Жужнева И.В. 2021. Донный рельеф акватории морского края дельты Волги и его изменение в условиях современной гидрологической обстановки – Сб. материалов круглого стола Гидрологический режим водотоков низовьев дельты Волги и его влияние на природные экосистемы. Астрахань. с. 27–31.
- Малов В.Г., Жужнева И.В. 2020. Современные геоморфологические изменения на устьевых участках водотоков в пределах Восточной части морского края дельты // Труды Астраханского государственного природного биосферного заповедника: Сборник Трудов. – Астрахань: ИП Коновалов И.С., с. 4–17.
- Никольский Г.В. 1980. Структура вида и закономерности изменчивости рыб // М.: Пищевая промышленность, 183с.
- О состоянии уровня Каспийского моря // Информационный бюллетень №2. Координационный комитет по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ), 1 августа 2011, 4с.
- Подоляко, С.А., Литвинов К.В. 2020. Значение основных типов водоёмов Астраханского государственного заповедника для размножения массовых видов рыб в годы с различной водностью стока Волги при отсутствии гидродинамической связи дельты Волги и Северного Каспия Труды Астраханского государственного природного биосферного заповедника: Сборник Трудов. – Астрахань: ИП Коновалов И.С., с. 62–75.
- Семенова Н.Н., Иванов В. М., Заблоцкий В.И. 1995. Гельминты животных дельты Волги – возбудители болезней человека. Каспий – настоящее и будущее. Тез. докл. Междунар. конф. Астрахань. 16-17 ноября 1995 г, с. 16–17.
- Скрябин К.И. 1928. Метод полных гельминтологических вскрытий, включая человека. М., 48 с.
- Яблонская Е.А., Зайцев А.И. 1979. Современное состояние и проблемы повышения биологической продуктивности Каспийского моря // Водные ресурсы. №1, с. 41–50.
- Kalmykov A.P. et al. 2014. Helminthofauna goldfish *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), gliabitanti di Volga delta // Italian Science Review 3(12): 134–140.

Секция

Токсикология, микробиология и
вирусология

Результаты диагностики инфекционных заболеваний рыб Байкальского рыбохозяйственного бассейна методом молекулярно-генетического анализа

М.В. Аксёнова, Т.А. Краснонёрова, Я.А. Капустина

Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»)

E-mail: mga@gosrc.ru

Аннотация. Приведены результаты выявления бактерий (*Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*, *Vibrio anguillarum*, *Flavobacterium* spp., *Yersinia ruckeri*) и патогенных грибов (*Saprolegnia fexar*, *S. parasitica*) в организме ценных (хариус, осетр, омуль, сиг) и частиковых (окунь, плотва, елец) видов рыб методами ПЦР-анализа и секвенирования. Обнаружены *A. hydrophila* и *A. salmonicida*.

Ключевые слова: озеро Байкал, молекулярно-генетические исследования, инфекционные заболевания рыб.

Инфекционные болезни распространены практически во всех типах рыбоводных хозяйств Российской Федерации и наносят большой экономический ущерб. В целях предупреждения развития заболеваний необходим эпизоотический мониторинг при системном подходе. В настоящее время активно развиваются молекулярные методы диагностики инфекционных болезней, преимущество которых заключается в скорости получения результатов анализа относительно классических методов (культивирование, серологический).

Цель работы – выявление возбудителей инфекционных заболеваний ценных и частиковых видов рыб Байкальского рыбохозяйственного бассейна методами молекулярно-генетического анализа.

Материалом для исследований служили культивируемые на рыбоводных предприятиях виды рыб (мальки сибирского осетра, сибирского хариуса, сазана) и рыбы естественных водных объектов (байкальский омуль (придонно-глубоководная, прибрежная, пелагическая морфо-экологические группы), байкальский сиг, сибирский елец, плотва, окунь).

Тестируемые патогенные объекты: бактерии (*Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*, *Vibrio anguillarum*, *Flavobacterium* spp., *Yersinia ruckeri*) и грибы (*Saprolegnia fexar*, *S. parasitica*).

Материал собран в 2019–2021 гг. в летний и осенний периоды. Точки отбора проб: Баргузинский и Большереченский рыбоводные заводы, Гусиноозерское осетровое рыбоводное хозяйство, Селенгинский экспериментальный рыбоводный завод, Козловская губа оз. Байкал, Селенгинское мелководье оз. Байкал, Баргузинский и Чивыркуйский заливы оз. Байкал, р. Селенга и р. Баргузин (рисунок 1).

Сбор материала для исследований производили на месте вылова (выгрузки на берег). Мальков фиксировали полностью, у крупных рыб отбирали часть спинного плавника, печени, почки. Материал фиксировали в этиловом спирте 95 %. Выделение ДНК выполняли стандартным солевым методом с лизированием протеиназой К (Aljanabi, 1997). Реакцию амплификации проводили на амплификаторе Bio-Rad T-100. Использовали праймеры производства фирмы «Евроген» (Россия). Результаты ПЦР анализировали с помощью электрофореза в 2 % агарозном геле с окрашиванием бромистым этидием. Визуализацию полученных в геле результатов проводили в системе гель-документирования. Определение нуклеотидной последовательности проводили на секвенаторе Genetic Analyzer 3500 (Applied

biosystems HITACHI). Полученный геном сравнивали с базой данных GenBank, NCBI [National Library of Medicine].

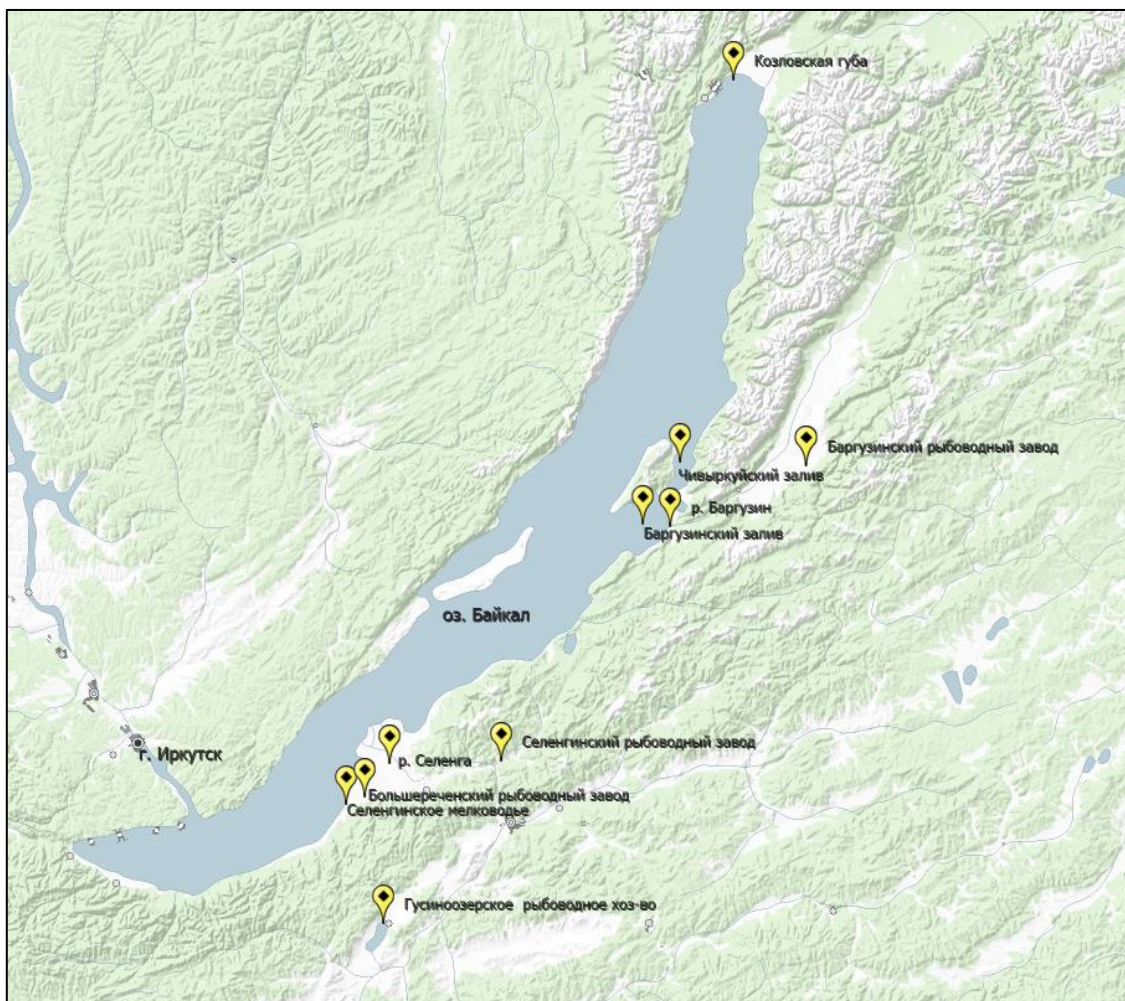


Рисунок 1. Точки отбора проб.

В результате проведенных работ выявлена ДНК бактерий *A. hydrophila* (праймеры F94, R441) и *A. salmonicida* (праймеры F87, R454). ПЦР-анализ на остальные определяемые объекты отрицательный, что свидетельствует об отсутствии искомым патогенов в организме рыб. ДНК бактерий была обнаружена в паренхиматозных органах ельца р. Баргузин (III декада июня 2021 г.), плотвы (I декада июля 2021 г.) и окуня (II декада октября 2021 г.) Чивыркуйского залива (рисунок 1). Оба вида бактерий выявлены в форме микст-инфекции (в организме одной особи). ДНК *A. hydrophila* также найдена у мальков хариуса Большереченского и Баргузинского рыболовных заводов в летний период 2020 г. (III декада июля). Следует отметить, что поведение рыб и экстерьерные качества в момент отбора проб не отличались от нормы, особей с клиническими признаками инфекции (язвы, гиперемия, волдыри и др.) не отмечено. По результатам анамнеза установлено, что в период выращивания молоди массовой гибели рыб на заводах не зарегистрировано.

У окуня с положительным результатом ПЦР на теле с правой и левой стороны отмечены язвы (по одной с каждой стороны) размером 14×10 мм и 7×9 мм соответственно (рисунок 2). У ельца и плотвы клинических признаков заболевания не выявлено, экстерьерные качества соответствовали норме. Полученные ПЦР-продукты секвенировали, результаты анализа подтвердили наличие генома бактерии у рыб.

Таким образом, у рыб Байкальского рыбохозяйственного бассейна обнаружена ДНК бактерий *A. hydrophila* и *A. salmonicida* – возбудителей аэромоноза и фурункулеза соответственно. Данные виды бактерий имеют эпизоотическое значение. Известно

(Казимирченко, 2017), что бактерии рода *Aeromonas* широко распространены в водных экосистемах, участвуют в процессе самоочищения водоема и разложения органических веществ. Также известно (Головина и др., 2003), что возбудители аэромоноза по степени патогенности подразделяются на три группы: высоковирулентные штаммы, штаммы с индуцированной вирулентностью и представители нормального микробиоценоза воды, не обладающие вирулентными свойствами при первичном выделении. Еще раз отметим, что в наших исследованиях признаки инфекции зарегистрированы только у окуня (1 экз. в выборке) Чивыркуйского залива. Отсутствие инфекционной клинической картины у других рыб (елец, плотва, мальки хариуса) с положительным ПЦР-тестами дают основание полагать о различиях в патогенности выявленных бактерий и видовой восприимчивости (устойчивости) рыб.



Рисунок 2. Окунь с язвенным образованием (Чивыркуйский залив оз. Байкал).

Авторы выражают благодарность специалистам отдела молекулярной генетики ЦА ФГБНУ «ВНИРО» и Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за содействие в исследованиях.

Работа проведена в рамках ФП «Охрана озера Байкал» по программному мероприятию «Проведение молекулярно-генетических исследований и ранней диагностики инфекционных заболеваний рыб в целях контроля за сохранением генофонда омуля и других ценных рыб (хариуса, ленка, сига и тайменя) в озере Байкал».

Список литературы

Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. 2003. Ихтиопатология. Под ред. Н.А. Головиной, О.Н. Бауэра. – М.: Мир, – 448 с.

Казимирченко, О. В. 2017. Бактерии рода *Aeromonas* как доминирующая группа в составе условно-патогенной микрофлоры некоторых промысловых видов рыб Куршского залива. Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция. Труды, Калининград, 23–24 мая 2017 года. – Калининград: Калининградский государственный технический университет, 269-273.

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

National Library of Medicine. National Center for Biotechnology information [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> (дата обращения – 26.10.2021).

Влияние природных факторов на численность сапротрофных и нефтеокисляющих бактерий в северной части Каспийского моря

Д.Г. Баубекова, В.В. Проскурина, Е.А. Воронина

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
E-mail: suslig.zenia@mail.ru

Аннотация. Представлены данные по численности сапротрофного и нефтеокисляющего бактериопланктона и бактериобентоса на акватории Северного Каспия в весенний, летний и осенний периоды исследований в 2021 г. Проведен анализ влияния природных факторов на численность изучаемых групп гетеротрофных бактерий в северной части Каспийского моря в исследуемые периоды. Оценка внутригодовой динамики показала, что на всех этапах исследований микробиологические показатели сапротрофной группы гетеротрофов были обусловлены воздействием абиотических факторов. При этом четкого влияния температурного и гидрохимического режимов на численность нефтеокисляющих бактерий не обнаружено.

Ключевые слова: сапротрофные бактерии, нефтеокисляющие бактерии, сапротрофы, нефтедеструкторы, бактериопланктон, бактериобентос, Каспийское море.

Каспийское море располагается на границе двух частей Евразийского материка и является крупнейшим водоемом, который не имеет выхода к Мировому океану. Биологическое разнообразие Каспия сравнительно невелико, однако отличается высоким эндемизмом (Иванов, 2000; Катунин, 2014). В настоящее время одной из основных проблем является поддержание важного баланса между необходимостью дальнейшего развития промышленности Каспийского региона при одновременной реализации экологического мониторинга. Нефтяная, газовая и рыболовная отрасли не только вносят наиболее существенный вклад в развитие экономики государств региона, но и оказывают наибольшее влияние на экологическую систему Каспийского моря, так как именно с их деятельностью связаны основные риски дисбаланса среды (Костяной, 2014; Габбасова, Аблеева, 2019). Однако нужно отметить, что, помимо антропогенного воздействия, значительное влияние на существующие экосистемы Каспийского моря оказывают природные факторы, корректирующие распределение и развитие тех или иных групп макро- и микроорганизмов в биоценозе региона.

Цель исследования – изучить влияние природных факторов на численность сапротрофных и нефтеокисляющих бактерий в северной части Каспийского моря.

Объектами исследования являлась морская вода поверхностного и придонного горизонтов, а также донные отложения. Отбор проб морской воды и грунта для проведения микробиологических исследований проводили в весенний, летний и осенний периоды в соответствии с нормативной документацией с помощью батометра ГР–18 и дночерпателя («Океан–50») [ГОСТ 17.1.5.01–80; ГОСТ 31942–2012]. Микробиологические исследования осуществляли согласно общепринятым методикам определения количества клеток путем посева на специализированные плотные питательные среды. Для определения сапротрофных бактерий исследуемый объект высевали на питательный агар (ПА), для определения нефтеокисляющих бактерий использовали среду Теппер с добавлением 1,00 % сырой нефти [МУК 4.2.1884–04; МУК 4.2.3695–21; Теппер и др., 2004; Нетрусов, 2005]. После инкубирования подсчитывали количество выросших на агаре колоний. Качество исследуемых морских вод проводили согласно ГОСТ 17.1.2.04–77 и «Методическим указаниям по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов» [1999].

Анализ вклада природных факторов на численность сапротрофных бактерий показал, что весной наблюдали низкие микробиологические показатели (поверхностный горизонт –

0,07 тыс. кл/мл; придонный горизонт – 0,07 тыс. кл/мл; донные отложения – 0,28 тыс. кл/г). В период изучения регистрировали небольшие попуски воды (39,52 км³), при этом половодье началось значительно позже дат проведения исследований (27.04.2021), что, соответственно, привело к меньшему поступлению органических веществ и аллохтонных микроорганизмов на исследуемую акваторию. Также отмечены низкие температуры воды в дельте реки Волги и непосредственно на акватории (7,8–9,3 °С), температура воздуха составляла всего 8,0–15,0 °С, что не обеспечивало достаточный прогрев водных масс. В целом абиотические факторы повлияли на слабое развитие микроорганизмов и дальнейшее незначительное количественное поступление их на акваторию северной части Каспийского моря.

Летом отмечено повышение изучаемых микробиологических показателей (поверхностный горизонт – 3,57 тыс. кл/мл; придонный горизонт – 5,45 тыс. кл/мл; донные отложения – 16,28 тыс. кл/г). Однако общий количественный уровень рассматриваемых показателей продолжал оставаться низким. Исследуемый период характеризовался высокими температурами морских вод (24,9–27,7 °С) и воздуха (23,4–25,7 °С), что, вероятнее всего, лимитировало развитие бактерий. Небольшое поступление микроорганизмов в весенний период исследований на акваторию также определило невысокий уровень их дальнейшего численного развития. Раннее окончание половодья (17.06.2021) и низкий сток за второй квартал (97 км³) привели к меньшему поступлению воды на акваторию северной части Каспия, и, соответственно, аллохтонных бактерий и органики. В целом, несмотря на продолжающиеся поисково-разведывательные работы и добычу углеводородного сырья в районе изучаемой акватории, микробиологические показатели, хоть и увеличились по сравнению с данными весенних исследований, продолжали оставаться на низком уровне, значительно определяясь влиянием природных факторов.

Осенью рассматриваемые микробиологические показатели незначительно снизились (поверхностный горизонт – 1,83 тыс. кл/мл; придонный горизонт – 3,04 тыс. кл/мл; донные отложения – 7,60 тыс. кл/г). Температурный режим морской воды (18,6–19,5 °С) благоприятно воздействовал на развитие микроорганизмов, что также сказалось на уровне микробиологических показателей.

Численность нефтеокисляющих бактерий напрямую не зависела от температурного режима периодов исследования. Известно, что данная группа бактерий относятся к гетеротрофному микробиому, способная в качестве дополнительного источника питания использовать углеводороды [Шамраев, 2009]. Поэтому, возможно, количественное распределение данной группы гетеротрофов определялось присутствием на исследуемой акватории нефти и ее производных. Низкая численность их на исследуемой акватории, скорее всего, указывает на незначительное присутствие нефти в морской среде и о преобладании сапротрофной группы гетеротрофов. Концентрация нефтедеструкторов в морской воде и грунте от весны к осени незначительно повысилась. В весенний период их численность была на низком уровне (поверхностный горизонт – 0,03 тыс. кл/мл; придонный горизонт – 0,03 тыс. кл/мл; донные отложения – 0,18 тыс. кл/г). Летом несущественно увеличилась (поверхностный горизонт – 0,52 тыс. кл/мл; придонный горизонт – 0,31 тыс. кл/мл; донные отложения – 2,63 тыс. кл/г). Осенью также наблюдали незначительное повышение численности нефтедеструкторов (поверхностный горизонт – 1,83 тыс. кл/мл; придонный горизонт – 3,04 тыс. кл/мл; донные отложения – 3,00 тыс. кл/г).

Согласно ГОСТ 17.1.2.04–77 и «Методическим указаниям по санитарно-бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов» [1999] качество воды изучаемой акватории на всех этапах исследований в 2021 г. оценено как «очень чистые» воды (ксеносапробная зона). При этом весной по степени бактериальной обсемененности исследуемый показатель относился к первой (чистые) категории водоемов, а летом и осенью ко второй (загрязненные) категории водоемов.

Оценка внутригодовой динамики показала, что на всех этапах исследований микробиологические показатели сапротрофной группы бактерий были обусловлены воздействием абиотических факторов: половодьем, стоком Волги, температурой водной толщи и воздуха. На основе данных гидрологического и температурного режимов,

продолжительности и объема половодья 2021 г., можно сделать вывод о воздействии абиотических факторов на количественное распределение сапротрофов в Северном Каспии. Прямого воздействия температуры и гидрохимических параметров на численность нефтедеструкторов в периоды исследований не выявлено, что, скорее всего, определяется метаболической спецификой нефтеокисляющих бактерий.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю признательность и благодарность старшему специалисту лаборатории водных проблем и токсикологии Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» («КаспНИРХ») Лардыгиной Елене Глебовне за предоставление гидрохимических данных, используемых в статье для анализа полученных результатов.

Список литературы

Габбасова С.М., Аблеева И.Ю. 2019. Экологические проблемы Каспийского моря. Материалы Международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д.И. Менделеева, посвященной 10-летию Института промышленных технологий и инжиниринга, Тюмень, 22–26 октября 2019 г. Тюмень: Тюменский индустриальный университет: 162-164.

ГОСТ 17.1.2.04–77. 1977. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. М.: Издательство стандартов, 10 с.

ГОСТ 17.1.5.01–80. 2002. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. М.: ИПК Издательство стандартов, 5 с.

ГОСТ 31942–2012. 2013. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа. М.: Стандартинформ, 27 с.

Иванов В.П. 2000. Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань: КаспНИРХ, 100 с.

Катунин Д.Н. 2014. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте р. Волги. Астрахань: Изд-во ФГУП «КаспНИРХ», 478 с.

Костяной А.Г. 2014. О необходимости организации комплексного мониторинга Каспийского моря. Проблемы постсоветского пространства: 2: 110-140.

Методические указания по санитарно–бактериологической оценке рыбохозяйственных водоемов. 1999. М.: Министерство сельского хозяйства и природопользования РФ, 18 с.

МУК 4.2.1884–04. 2005. Санитарно–микробиологический и санитарно–паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 108 с.

МУК 4.2.3695–21. 2021. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 16 с.

Нетрусов А.И. 2005. Практикум по микробиологии. М: Академия, 608 с.

Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. 2004. М.: Дрофа, 256 с.

Шамраев А.В. 2009. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды. Вестник Оренбургского государственного университета:6: 642–645.

Влияние различного типа засоления и температуры среды на выживаемость личиночной стадии развития речного окуня

Ю.В. Вяткина¹, П.Б. Михеев^{1,2}, К.С. Якубова¹, М.А. Бакланов¹

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

² Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Хабаровск

Аннотация. Зачастую воздействие какого-либо загрязнителя в сочетании с другим стресс – фактором приводит к синергетическому эффекту усиливая негативное воздействие на живые организмы. Целью данного исследования явилась экспериментальная оценка выживаемости предличинок речного окуня *Perca fluviatilis* в условиях различного засоления и температуры, как двух стресс-факторов, влияние которых способно негативным образом сказываться на водных организмах ряда водоемов. Результаты этого пилотного проекта показывают повышенную смертность предличинок, помещенных в раствор солей – отходов соледобычи, по сравнению с раствором NaCl при минерализации 7-8 г/л. В температурных условиях, оптимальных для развития икры окуня (8-15°C), смертность предличинок в условиях солености 8 г/л составила 75-87% на 5 сутки с начала эксперимента. При повышении температуры на 5°C в условиях солености 8 г/л смертность предличинок была выше и составила 87-99%.

Ключевые слова: речной окунь, техногенное засоление, температура, выживаемость личинок, толерантность.

Разнообразие и количество загрязняющих веществ антропогенного происхождения достаточно велико (Hoegh-Guldberg, O. & Bruno, J. F., 2010). При этом зачастую воздействие какого-либо загрязнителя в сочетании с другим стресс – фактором приводит к синергетическому эффекту усиливая негативное воздействие на живые организмы. Эффект стрессора может напрямую повлиять на ход жизнедеятельности организмов, а также привести к снижению устойчивости живых систем к дальнейшему воздействию других факторов, что приводит к каскадным негативным последствиям экосистемного уровня (Noyes, P. D. et al, 2009; Noyes, P. D. & Lema, S. C. 2015). Негативное воздействие стресс-факторов антропогенной природы может ощущаться на всех этапах жизненного цикла, однако гидробионты зачастую более уязвимы, чем наземные животные (Pinsky, M. L. et al, 2019). Кроме того, повышенная смертность на критических стадиях жизненного цикла, в частности в период раннего развития, может крайне негативно сказаться на структуре сообществ и сохранении биоразнообразия (Wu, P. P. Y. et al, 2017).

Целью данного исследования явилась экспериментальная оценка выживаемости личинок речного окуня *Perca fluviatilis* в условиях различного засоления и температуры, как двух стресс-факторов, влияние которых способно негативным образом сказываться на водных организмах ряда водоемов Пермского Прикамья. В качестве тест-объекта были использованы предличинки, как стадия развития для которой характерна высокая чувствительность к стресс-факторам.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что границей толерантности для предличинок речного окуня является значение минерализации воды 6 г/л. На третий день после пересадки предличинок в соленость 7 г/л смертность составила в среднем 11% и 29% по трем повторностям для раствора хлорида натрия и раствора вещества солеотвалов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей соответственно. Для раствора вещества солеотвалов, помимо высокого содержания ионов натрия и хлорид-иона было характерно содержание сульфат – иона, а также кальция, марганца, железа, стронция и бария. Интересно, что при пересадке в условия концентрации 8 и 9 г/л раствора вещества солеотвалов, смертность предличинок была ниже и составляла 15 и 12% на третьи сутки

эксперимента соответственно. Аналогичная закономерность была выявлена при пересадке предличинок в раствор NaCl концентрацией 8 г/л, в котором смертность на третьи сутки в среднем по трем повторностям составила 3%. Однако, при значении концентрации хлорида натрия 9 г/л, средняя смертность на третьи сутки возросла до 35%. Далее, в условиях концентрации раствора вещества солеотвалов и хлорида натрия 10 г/л, средняя смертность подопытных животных составила 93 и 57% соответственно. Наибольшие уровни смертности были характерны для предличинок, помещенных в условия концентрации 11 г/л, где гибель была близка 100% на 3 сутки после начала эксперимента вне зависимости от типа используемой соли. В фоновых условиях на всем протяжении эксперимента смертность составляла 1 % в среднем по трем повторностям. Таким образом, при сравнении влияния воздействия двух различных типов солей – хлорида натрия и вещества солеотвалов, была выявлена большая летальность предличинок при воздействии отходов соледобычи до концентрации 8 г/л включительно. При концентрации свыше 9 г/л наблюдается обратная тенденция – большая смертность при воздействии хлорида натрия, чем раствора вещества солеотвалов.

В температурных условиях, оптимальных для развития икры окуня (8-15°C), смертность предличинок в условиях солености 8 г/л составила 75-87% на 5 сутки с начала эксперимента. При повышении температуры на 5°C в условиях солености 8 г/л смертность предличинок составила 87-99%. В фоновых условиях и при концентрации солей 4 г/л смертность предличинок была равна 17-55%.

Результаты этого пилотного проекта показывают повышенную смертность личинок, помещенных в раствор солей – отходов соледобычи, по сравнению с раствором NaCl при минерализации 7-8 г/л. При концентрации солей свыше этой величины воздействие хлорида натрия характеризуется большим токсическим эффектом, что проявляется в большей смертности. Большая выживаемость при концентрации солей 8-9 г/л, по сравнению с концентрацией 7 г/л, может свидетельствовать о существовании осморегуляторного механизма, который повышает выживаемость предличинок окуня в этом диапазоне минерализации. Однако это не дает ясности в понимании причин повышенной смертности предличинок окуня при засолении 7 г/л, что требует более детализированных исследований.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-20069, <https://rscf.ru/project/22-24-20069/> и при финансовой поддержке Правительства Пермского края в рамках научного проекта № 22-24-20069.

Список литературы

Hoegh-Guldberg O., Bruno J.F. (2010) The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science* 328, 1523–1529.

Noyes P.D. et al. (2009) The toxicology of climate change: environmental contaminants in a warming world. *Environ. Int.* 35, 971–986.

Noyes P.D., Lema S.C. (2015) Forecasting the impacts of chemical pollution and climate change interactions on the health of wildlife. *Curr. Zool.* 61, 669–689.

Pinsky M.L., Eikeset A.M., McCauley D.J., Payne J.L., Sunday J.M. (2019) Greater vulnerability to warming of marine versus terrestrial ectotherms. *Nature* 569, 108–111.

Wu, P. P. Y. et al. (2017) Timing anthropogenic stressors to mitigate their impact on marine ecosystem resilience. *Nat. Commun.* 8, 1–10.

Бактерии рода *Bacillus*, изолированные из кишечника молоди нерки, (*Oncorhynchus nerka*) и их взаимодействие с патогенами рыб *in vitro*

В.В. Гончарова^{1,2}, Г.Д. Тетушкина¹

¹Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский

²ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», г. Петропавловск-Камчатский
E-mail: goncharova.v.v@kamniro.ru

Аннотация: в работе приведены результаты эксперимента по проверке ингибирующих свойств спорообразующих бацилл, выделенных из кишечника молоди нерки, в отношении патогенных для рыб псевдомонад и аэромонад.

Ключевые слова: антагонистическая активность, бактерии рода *Bacillus*, микробиом кишечника рыб.

Введение. Сохранение здоровья гидробионтов является одной из приоритетных задач рыбохозяйственного комплекса. Общее состояние рыбы напрямую зависит от внешней среды обитания и от внутренней среды организма, в частности и от кишечной микрофлоры (Шивокене, 1989; Кузьмина, 2005; Кашинская, 2016). В свою очередь, на микробиоту кишечника рыб оказывают влияние экзогенные и эндогенные факторы. К последним, относят возраст рыбы, тип питания, особенности строения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), а также взаимоотношения консорциумов микроорганизмов авто- и аллохтонных групп, населяющих кишечник. Как правило, в макроорганизме сохраняется принцип гомеостаза, но при неблагоприятных условиях и низком иммунном статусе хозяина нарушается микробный баланс, что приводит к преобладанию условно-патогенных бактерий над полезной микрофлорой. Такое свойство вытеснения одними микробами других обусловлено антагонизмом.

Антагонистическая активность является особой формой взаимодействия между организмами, регулируя качественную и количественную структуру микробиоценоза кишечника. Зная состав микрофлоры, можно искусственно его модулировать с помощью добавления в рацион пробионтов, тем самым повышая колонизацию ЖКТ полезными бактериями. Одними из таких представителей нормальной кишечной микробиоты рыб являются спорообразующие бактерии рода *Bacillus*. Они широко распространены в природе и известны своей способностью продуцировать биологически-активные вещества: ферменты, витамины, аминокислоты, регуляторы роста, антибиотики и др. (Блинкова, 1994; Guo et al., 2022). Способность этих бактерий проявлять бактерицидную (в т.ч. бактериостатическую) и фунгицидную (в т.ч. фунгистатическую) активность в отношении неблагоприятных для организма хозяина бактерий представляет научный и практический интерес.

Цель исследования - определить наличие либо отсутствие антагонистической активности бактерий рода *Bacillus* в отношении патогенной для рыб флоры: *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas hydrophila* и *Aeromonas salmonicida*.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужила молодь нерки (годовики), выловленная из оз. Начикинское в июне 2022 г. в количестве 5 экземпляров. Рыбу ловили мальковым неводом, пересаживали в контейнер с озерной водой и сразу доставляли в лабораторию для дальнейшей обработки.

Перед вскрытием поверхность тела годовиков нерки предварительно обрабатывали ватным тампоном, смоченным в 70 % этаноле. С помощью стерильных инструментов вскрывали брюшную полость и асептически извлекали кишечник. Кишечники объединяли в один пул и гомогенизировали путем растирания в ступке. Далее образец переносили в MRS бульон (Serva, Германия), инкубировали при 22° С в течение 24 часов. Затем 100 мкл образца

высевали на поверхность плотного агара MRS и инкубировали при такой же температуре до появления бактериального роста.

Выделенную культуру идентифицировали по фенотипическим признакам бактерий классическими бактериологическими методами (Справочник по микробиологическим..., 1973; Bergey's manual..., 1994; AFS-FHS, 2020).

Наличие/отсутствие антагонистической активности изолята определяли диффузионным методом перпендикулярных штрихов и методом агаровых блоков (Справочник по микробиологическим..., 1973; Егоров, 2004). Штаммами-мишенями для эксперимента послужили эталонные культуры *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas salmonicida* и *Aeromonas hydrophila*, изолированная из почки половозрелой чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*), отобранной на лососевом рыбозаводе Камчатки.

Результаты и обсуждение. Через 48 ч на MRS агаре наблюдали обильный рост мелких, круглых, матовых, выпуклых колоний беловатого цвета с неровными краями. Изолированные микроорганизмы были грамположительными, крупными, длинными палочками, располагающимися попарно и цепочками, имели эндоспоры. Бактерии продуцировали каталазу, росли как в аэробных, так и в анаэробных условиях. По совокупности морфологических и культуральных признаков их отнесли к роду *Bacillus*. В дальнейшем необходимо проводить таксономическую идентификацию выделенного штамма до вида с помощью молекулярно-биологических методов исследования.

При совместном культивировании бактерий *Bacillus* sp. (предполагаемого антагониста) и штаммов-мишеней двумя методами регистрировали полное отсутствие зоны задержки роста последних. Бактерии рода *Pseudomonas* и *Aeromonas*, в данном случае, оказались устойчивыми в отношении спорных бацилл (рисунок).

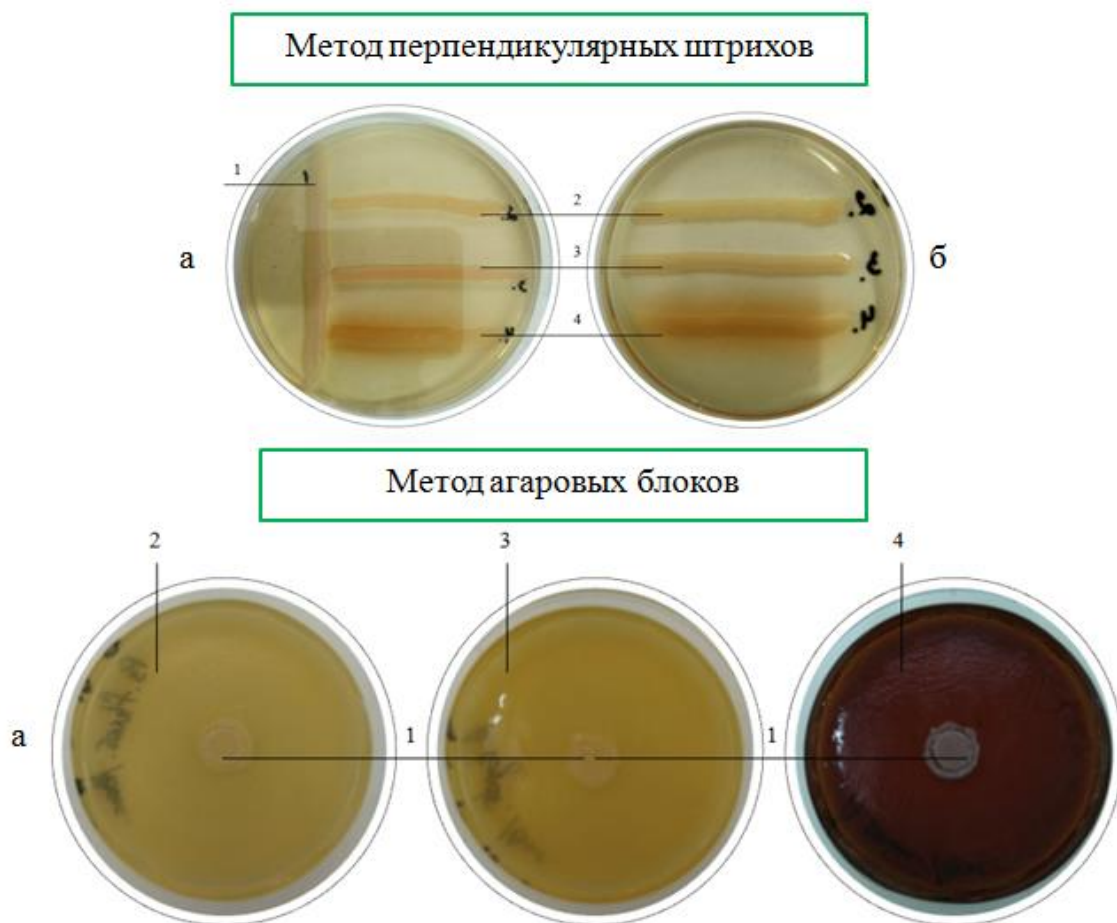


Рисунок. Определение антагонистической активности бактерий рода *Bacillus* к патогенной для рыб микрофлоре. а - опыт; б - контроль; 1 - *Bacillus* sp.; 2 - *Pseudomonas fluorescens*; 3 - *Aeromonas hydrophila*; 4 - *Aeromonas salmonicida*.

В естественных условиях микроорганизмы находятся в смешанных микробных популяциях, где они вступают в различного рода взаимоотношения (Савицкая и др., 2012). Например, известно о значимости спорообразующих бацилл, благодаря выраженной их антагонистической активности в отношении ряда патогенных и условно-патогенных грамотрицательных бактерий. Но в нашем эксперименте, природный изолят *Bacillus* sp. не проявил ингибирующих свойств к патогенам рыб. Первое, что можно предположить - именно этот штамм споровых бацилл не проявляет антагонистическую активность в отношении выбранных штаммов-мишеней, даже напротив - существуют в толерантных отношениях, не оказывая никакого влияния друг на друга. Во-вторых, также необходимо иметь в виду, что исследования *in vitro* не всегда отражают свойства микроорганизмов, которые они проявляют *in vivo*. В макроорганизме бактериям приходится бороться за существование, путем конкуренции за необходимые им ресурсы, а при культивировании благоприятные условия для роста обеспечены.

Закключение. В результате эксперимента по проверке наличия либо отсутствия антагонистической активности спорообразующих *Bacillus* sp., изолированных из кишечника молоди нерки, не выявлено ингибирующих свойств в отношении условно-патогенных *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas hydrophila* и патогенных для рыб *Aeromonas salmonicida*. Предстоит поиск других грамположительных бактерий в составе микробиоценоза кишечника тихоокеанских лососей, подавляющих патогенную микрофлору.

Список литературы

- Егоров Н.С. 2004. Основы учения об антибиотиках. М.: изд-во МГУ, 528 с.
- Блинкова Л.П., Семенов Т.А., Бутова Л.Г., Матюша Г.В. Фомкина И.П., Карташова Т.А. 1994. Антагонистическая активность свежeweделенных штаммов бактерий рода *Bacillus* // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 71.(5): 71–72.
- Кашинская Е.Н. 2016. Разнообразие микробных сообществ желудочно-кишечного тракта рыб различных экологических групп озера Чаны. Автореф. дис. канд. биол. наук. Иркутск: изд-во “ФГБУН Лимнологический институт СО РАН”, 22 с.
- Кузьмина В.В. 2005. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. М.: Наука, 300 с.
- Савицкая И.С., Кистубаева А.С., Абдулжанова М., Жумагалиева Ж. 2012. Принципы отбора штаммов для нового лактосодержащего пробиотика. Казахстан, Алматы: изд-во Казахский национальный университет им. аль-Фараби. Серия биологическая, Том 56, № 4, С. 227-232
- Справочник по бактериологическим и вирусологическим методам исследования. 1973. Под. ред. Биргера М.О. М: изд-во “Медицина”, 456 с.
- Шивокене Я. 1989. Симбионтное пищеварение у гидробионтов и насекомых / Я. Шивокене. – Вильнюс: Мокслас, 223 с.
- AFS-FHS FHS blue book: Suggested Procedures for the Detection and Identification of Certain Finfish and Shellfish Pathogens. 2020. AFS-FHS (American Fisheries Society-Fish Health Section), Corvallis, Oregon, 375 p.
- Bergey’s manual of determinative bacteriology / [edited by] Holt J.G., Krieg N.R., Sneath P.H., Staley J.T., Williams S.T. Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland. 1994. – 9th ed., 787 p.
- Guo D., Xie M., Xiao H., Xu L., Zhang S., Chen X., Wu Z. 2022. *Bacillus subtilis* Supplementation in a High-Fat Diet Modulates the Gut Microbiota and Ameliorates Hepatic Lipid Accumulation in Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). Fishes, 7th ed., 94 p. DOI: 10.3390/fishes7030094

Сравнительная оценка накопления кадмия и ртути в рыбах Весёловского водохранилища и нижнего течения реки Дон

Л.Г. Горгола^{1,2}, И.В. Кораблина¹, Т.О. Барабашин^{1,2}

¹Азово-черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») г. Ростов-на-Дону

²Южный Федеральный университет: Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ

E-mail: azniirkh@vniro.ru

Аннотация. Проведена оценка накопления тяжелых металлов (кадмий и ртуть) в рыбах Весёловского водохранилища и нижнего течения реки Дон. Рыба выступает как один из основных источников питания, поэтому подвергается тщательному контролю на тяжелые металлы, особенно кадмия и ртути, так как высокие показатели этих металлов способны вызывать необратимые последствия не только для рыбы, но и человека в виде хронических заболеваний и даже смерти. Приведены данные наблюдений накопления тяжелых металлов (кадмий и ртуть) в некоторых промысловых видах рыб за 3 года (2020-2022 гг.). Показана закономерность накопления металлов в органах (мышцы и печень) различных видов рыб. Проведена оценка содержания кадмия и ртути в рыбе в соответствии с российскими нормативами накопления токсикантов в промысловых видах рыб.

Ключевые слова: рыба, мышцы, печень, кадмий, ртуть, Веселовское водохранилище, Нижний Дон.

В современный период проблема загрязнения пресноводных водоемов продолжает оставаться актуальной. Особенно остро стоит вопрос загрязнения тяжелыми металлами.

Тяжелые металлы находятся на втором месте в ряду наиболее токсичных веществ, уступая только хлорированным углеводородам (Жилин и др., 2018). Одними из наиболее опасных металлов являются кадмий и ртуть. Это наиболее токсичные из тяжелых металлов, вызывающие в повышенных концентрациях необратимые изменения в организме гидробионтов на внутриклеточном и клеточном уровнях, мутагенные изменения, биохимические показатели крови.

Рыба выступает одним из основных источников питания человека, поэтому контроль за содержанием тяжелых металлов является неотъемлемой частью мониторинга загрязняющих веществ в организмах гидробионтов. Употребление человеком рыбы с повышенным содержанием ртути может вызвать острое или хроническое отравление, привести к неврологическим нарушениям, поражению сердечно-сосудистой, мочевыделительной и пищеварительной систем. Употребление загрязненностью ртутью рыбы может негативно сказаться на состоянии легких, кожи и глаз человека (Касымов и др., 2018). Употребление в пищу рыбы с повышенным содержанием кадмия может неблагоприятно влиять на мочевыделительную, кроветворную и костную систему человека, вызывать такие заболевания, как остеопороз и остеомаляцию. Существует наиболее тяжелая форма хронического отравления - «итай-итай», способная привести к летальному исходу (Фазлыева и др., 2022).

При оценивании экологического состояния водоема рыба выступает как один из самых удобных биологических индикаторов, так как она способна приспосабливаться к различным условиям обитания (Захаров, 1987). С помощью данного тест-объекта появляется возможность определять различные показатели водоёма, в том числе и загрязнение тяжелыми металлами. Содержание тяжелых металлов в водной толще, донных отложениях, различных кормовых биологических объектах напрямую влияет на распределение и накопление металлов в организме рыб (Манихин и др., 2001).

Цель работы – оценить степень накопления кадмия и ртути в период с 2020 по 2022 гг. в органах (мышцах и печени) пресноводных видов рыб: леща обыкновенного (*Abramis brama*), карася серебряного (*Carassius auratus*) и окуня (*Perca fluviatilis*), обитающих в нижнем течении р. Дон и Весёловском водохранилище.

Результаты исследования. Отбор проб рыбы проводился согласно ГОСТ 31339-2006. Для анализа использовалось ежегодно не менее 10 экземпляров каждого из видов рыб, представленных самками и самцами. Размерно-массовые характеристики соответствовали физиологической норме. Массовая доля металлов определялась методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Этот метод основан на определении концентрации элемента в испытуемом образце путем измерения поглощения электромагнитного излучения атомным паром элемента испытуемого образца. Испытание проводят при длине волны одной из линий поглощения (резонансных линий) определяемого элемента. Кадмий определяли с помощью атомной абсорбции с электротермической атомизацией на приборе МГА-915 МД, а ртуть - атомной абсорбцией в “холодном паре” на ртутном анализаторе РА-915М, аттестованными методиками количественного химического анализа. Предварительно ткани и органы рыбы были обработаны с помощью метода мокрого кислотного озоления (Барабашин и др., 2018). Оценка уровней накопления тяжелых металлов проводилась по их усредненному содержанию в органах (мышцы, печень) рыб.

Результаты анализа рыб, отловленных в Веселовском водохранилище в период с 2020 по 2022 гг., приведены в таблице 1.

Таблица 1. Средние концентрации тяжелых металлов в мышцах и печени рыб, отловленных в Веселовском водохранилище в 2020-2022 гг.

Год	Вид	Концентрация, мг/кг сырой массы	
		Cd	Hg
Мышцы			
2020	Лещ обыкновенный	0,049	0,006
2021	Лещ обыкновенный	<0,005	0,009
2022	Карась серебряный	<0,005	0,017
Печень			
2020	Лещ обыкновенный	0,160	0,005
2021	Лещ обыкновенный	0,012	0,011
2022	Карась серебряный	0,210	0,009

В 2020 г. в печени леща обыкновенного концентрации кадмия были относительно высокими. Печень является органом, который очень активно накапливает ряд тяжелых металлов, в том числе и кадмий. Такая закономерность обусловлена тем, что печень участвует в процессах детоксикации (Газина, 2005). К 2021 г. отмечено снижение содержания кадмия, но увеличение концентрации ртути. В мышцах карася серебряного в 2022 г. кадмий не обнаружен (<0,005 мг/кг), в то время как в печени уровень накопления был довольно высоким. Более высокое содержание ртути было выявлено в мышцах, чем в печени, однако, оба показателя не критичны. В целом, стоит отметить, что в печени обоих видов рыб накопление кадмия происходило более интенсивно, чем в мышцах, тогда как накопление ртути более интенсивно протекало в мышцах, вне зависимости от вида рыбы.

В таблице 2 приведены результаты анализа рыб, отловленных в нижнем течении р. Дон в период с 2020 по 2022 гг.

В 2020 г. были проанализированы только мышцы леща обыкновенного, показатели металлов низкие. В 2021 г. были проанализированы мышцы и печень карася серебряного. Содержание кадмия было несколько выше в печени, а ртути - в мышцах, однако, разница между концентрациями незначительная. В 2022 г. были проанализированы печень и мышцы окуня. В мышцах зафиксировано незначительное содержание кадмия, а печени - показатели

выше в 8 раз, а показатели ртути были выше в мышцах, аналогичные показатели представлены в исследовании (Павленко и др., 2022), где концентрация ртути была высокой в мышцах окуня и составила 0,054 мг/кг.

Таблица 2. Средние концентрации тяжелых металлов мышцах и печени рыб, отловленных в нижнем течении р. Дон в 2020-2022 г.

Год	Вид	Концентрация, мг/кг сырой массы	
		Cd	Hg
Мышцы			
2020	Лещ обыкновенный	0,008	<0,005
2021	Карась серебряный	0,026	0,031
2022	Окунь	0,007	0,043
Печень			
2021	Карась серебряный	0,033	0,023
2022	Окунь	0,056	0,018

При сравнении полученных результатов и СанПиН 2.3.2.1078-01 был установлен единственный случай превышения допустимого уровня кадмия (0,2 мг/кг) в печени карася серебряного, отобранного в Веселовском водохранилище в 2022 году. В остальных пробах не было превышений кадмия. Также за весь период исследования не наблюдалось превышений допустимого уровня ртути (0,3 мг/кг).

Таким образом, при сравнении уровней накопления металлов в органах (мышцы, печень) рыб, отловленных в разных водоемах одного региона, следует отметить, что накопление кадмия и ртути было выше в мышцах рыб, выловленных в Нижнем Дону в 2021 и 2022 гг., однако в 2020 г. более высокие показатели были у леща, отловленного в Веселовском водохранилище. Более высокие концентрации кадмия отмечались в печени рыб из Веселовского водохранилища в 2020 и 2022 гг., однако в 2021 г. более высокая концентрация была зафиксирована в печени карася из р. Дон.

Список литературы

- Газина И.А. 2005. Особенности накопления и распределения тяжелых металлов в органах и тканях рыб. Известия Алтайского государственного университета: 85-86.
- ГОСТ 31339-2006 “Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб” (с изменениями и дополнениями). М.: Стандартинформ, 2010.
- Захаров В.М. 1987. Асимметрия животных: популяционно-феногенетический подход. М.: Наука, 216 с.
- Жилин А.Ю., Плотичина Н.Ф., Лаптаева А.М. 2018. Мониторинг стойких органических загрязнителей и тяжелых металлов в промысловых рыбах Медвежинско-Шпицбергенского района. Вестник Кольского научного центра РАН, 2018. – С. 78-86.
- Касымов О.Т., Шаршенова А.А., Салымбекова К.С. К проблеме охраны окружающей среды и состояния здоровья населения Кыргызской республики от воздействия ртути. Здравоохранение Кыргызстана, 2018. С. 30-35.
- Манихин В.И., Никоноров А.М. Растворенные и подвижные формы тяжелых металлов в донных отложениях пресноводных экосистем. Гидрометеиздат, 2001. - 183 с.
- Павленко Л.Ф., Кораблина И.В., Барабашин Т.О., Экилик В.С. Приоритетные токсиканты в элементах экосистемы Нижнего Дона. Водные ресурсы, 2022, том 49, № 3, с. 298-304.
- Практическое руководство по химическому анализу элементов водных экосистем. Приоритетные токсиканты в воде, донных отложениях, гидробионтах / Под ред. Т.О. Барабашина. Ростов-на-Дону: Мини Тайп, 2018. С. 436.

САНПИН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Гос. Комитет санэпиднадзора РФ. 2002 С. 269

Фазлыева А.С., Даукаев Р.А., Каримов Д.О. 2022. Влияние кадмия на здоровье населения и способы профилактики профилактики его токсических эффектов. Медицина труда и экология человека, с. 220-235.

Биотестирование в зависимости от времени суток

А.М. Лазарева, В.И. Ипатова

МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва
E-mail: lazanna1998@mail.ru

Аннотация. Изучено влияние времени суток в момент добавления $K_2Cr_2O_7$ на численность клеток и величину эффективности фотосинтеза в культурах зелёных водорослей *Scenedesmus quadricauda* и *Chlorella vulgaris*. Оценена токсичность бихромата калия в зависимости от времени добавления его в культуральную среду - вечером во время окончания светового периода, и утром, в момент начала светового дня. Выявлено, что время добавки токсиканта влияет на результаты биотестирования. По показателям изменения численности клеток в культуре отмечено большее угнетение при добавлении $K_2Cr_2O_7$ утром, по сравнению с вечерней добавкой, а соотношение Fv/Fm, напротив, было выше при утренних добавках токсиканта.

Ключевые слова: бихромат калия, *Scenedesmus quadricauda*, время добавки токсиканта, биотестирование, *Chlorella vulgaris*

Биодоступность токсиканта и его эффекты могут изменяться в зависимости от различных внешних факторов, а вопрос о влиянии времени суток на момент добавки токсиканта остаётся неизученным. Ранее нами было показано, что добавление бихромата калия в культуру *S. quadricauda* вечером вызывает более слабый токсический эффект, чем при добавлении утром, что, возможно, связано с повышенной чувствительностью к токсиканту молодых клеток, появившихся в результате деления клеток культуры в ночное время (Лазарева, Ипатова 2022).

Методика. В данной работе биотестирование проводили с использованием культур зелёных микроводорослей *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Vreb. (= *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew.) и *Chlorella vulgaris* Beyer.

S. quadricauda выращивали на среде Успенского №1 в люминостате при освещенности 3,5 клк со сменой дня и ночи (12:12 ч), температуре $22\pm 2^\circ C$ и перемешивали 2 раза в сут. Влияние времени суток в момент добавки эталонного токсиканта бихромата калия, на результаты биотестирования оценивали при концентрациях 0,1, 1, 5 и 10 мг/л $K_2Cr_2O_7$. Опыты проводили в колбах ёмкостью 100 мл с 50 мл среды, в трёх повторностях для каждой концентрации, каждого времени добавки токсиканта и контроля. Оценена токсичность бихромата калия за 72 ч в зависимости от времени добавления его в культуральную среду - вечером во время, совпадающее с окончанием светового периода (выключение света в 21:00), и утром во время начала светового периода (включение света в 9:00). Основным показателем состояния культуры являлось изменение численности клеток (абсолютной и по сравнению с контролем).

Культуру *C. vulgaris* для активации выращивали на 50% среде Тамия, а в опыте использовали 2% среду Тамия. Засев активной культуры проводили с начальной оптической плотностью $0,010\pm 0,002$. Опыт проводили в культиваторе КВМ-05 в течение 24 ч при постоянной освещенности и температуре $36^\circ C$ в пенициллиновых пузырьках с 10 мл среды. Испытывали концентрации 0,1 мг/л, 1 мг/л и 5 мг/л бихромата калия. Оптическую плотность измеряли с помощью фотоэлектрокалориметра ИПС-03 (длина волны – 560 нм). Для измерения активности фотосинтеза (Fv/Fm) использовали импульсный флуориметр Мега-25.

Оценку токсического действия проводили с применением критерия Стьюдента на основании достоверности различий опытных значений по сравнению с контролем для уровня значимости 0,05.

Результаты и обсуждение. При добавлении всех концентраций бихромата калия в культуру *S. quadricauda* наблюдали значимое отличие между утренними и вечерними его добавками (рис. 1). При этом при вечерних добавках 0,1 и 1 мг/л бихромата калия отмечали стимуляцию численности клеток по сравнению с контролем, а при утренних добавках — угнетение, что согласуется с данными, полученными ранее (Лазарева, Ипатова, 2022).

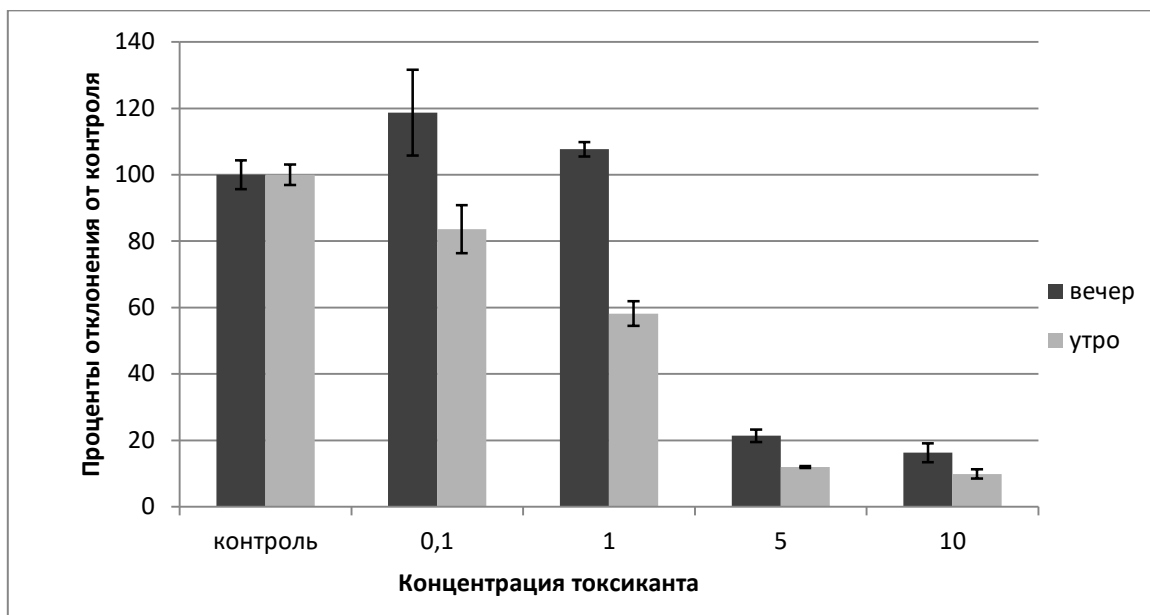


Рисунок 1. Изменение относительной численности клеток культуры *S. quadricauda* в присутствии бихромата калия через 72 ч.

При выращивании *C. vulgaris* в культиваторе тенденция большей чувствительности культуры к токсиканту утром, по сравнению с вечерней его добавкой, при 0,1 и 5 мг/л сохранялась, как и у культуры *S. quadricauda*, однако эти отличия в численности клеток были не значимы (рис. 2). В тоже время эффективность фотосинтеза клеток *C. vulgaris* в большинстве случаев была выше в утренние часы, что указывает на лучшее физиологическое состояние молодых клеток культуры, появившихся утром в результате деления.

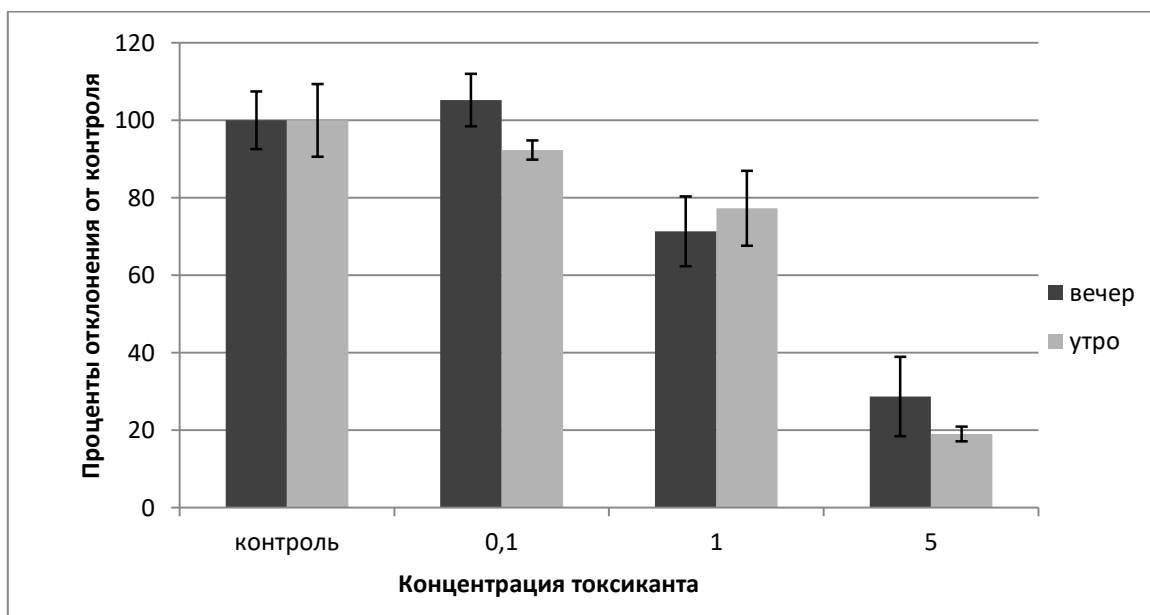


Рисунок 2. Изменение относительной численности клеток культуры *Chlorella vulgaris* в присутствии бихромата калия при выращивании в культиваторе в течение 24 ч.

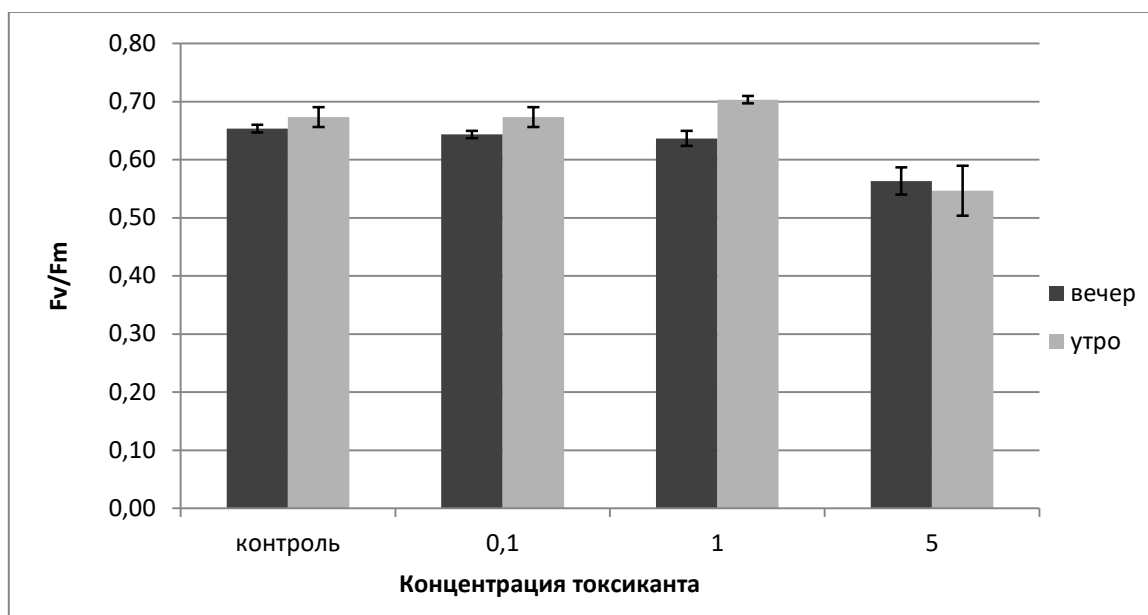


Рисунок 3. Изменение величины эффективности фотосинтеза клеток культуры *Chlorella vulgaris* в присутствии бихромата калия при содержании в культиваторе в течение 24 ч.

Таким образом, время добавления токсиканта влияет на результаты испытаний и этот фактор следует учитывать при проведении процедуры биотестирования для получения более адекватной оценки токсичности веществ.

Список литературы

Лазарева А.М., Ипатова В.И. 2022. Время суток как биологически важный фактор при проведении биотестирования // Экологические системы и приборы 4: 3-12.

Бактериальные заквасочные культуры – основа для разработки пробиотических рыбных продуктов

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

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: zar.nickita@yandex.ru

Аннотация. В пищевой биотехнологии особое внимание уделяется биотрансформации перспективными штаммами бактериальных заквасочных культур для получения пищевой продукции с улучшенными качественными характеристиками и функциональной направленностью. Биотрансформация с использованием бактериальных заквасочных культур может быть способом повышения сроков годности рыбной продукции, улучшения ее органолептических свойств и повышения питательной ценности за счет образования метаболитов их жизнедеятельности, являющихся основным фактором биоконсервирования и синтеза витаминов и других биологически активных веществ. Пробиотические свойства бактериальных заквасочных культур оказывают существенное влияние на оптимизацию микробиологического статуса пищеварительного тракта человека, что способствует стимулированию иммунной системы и поддержанию здорового образа жизни. Использование промышленно ценных штаммов биозащитных пробиотических микроорганизмов является перспективным биотехнологическим направлением. Эта тенденция связана с интересом населения РФ к продукции с пробиотической направленностью.

Ключевые слова: бактериальные заквасочные культуры, микроорганизмы, биотрансформация, рыба, пробиотики, биоконсервирование, пищевая биотехнология

Немаловажным аспектом технологии переработки рыбного сырья является разработка функциональных пищевых продуктов различной направленности с использованием современных методов биотехнологической обработки, в частности ферментов и микроорганизмов. Наиболее мягким способом деструкции белковых структур рыбного сырья является его биотрансформация с помощью промышленно ценных штаммов биозащитных пробиотических микроорганизмов, к которым относятся бактериальные заквасочные культуры (БЗК) (Журавлева и др., 2018). Биотрансформация с использованием БЗК имеет много преимуществ и может выступать в качестве способа повышения сроков годности рыбной продукции, улучшения ее органолептических свойств и повышения питательной ценности за счет образования метаболитов (молочная, уксусная, пропионовая кислоты), являющихся основным фактором биоконсервирования. При этом механизм биоконсервирования состоит в иннокуляции пищевых продуктов БЗК или их метаболитами, отобранными по их бактерицидным, антиоксидантным, антагонистическим свойствам, и может быть эффективным способом индуцирования гибели патогенных бактериальных и грибковых колоний, вызывающих порчу продукта, без ухудшения питательных качеств сырья и пищевой продукции (Рогов, 2006; Hasan, 2019; Sidhu, 2021). В связи с этим БЗК в технологиях рыбной продукции, возможно применять в качестве защитных культур.

Следует отметить, что активные формы бактериальных заквасочных культур способствуют снижению содержания токсичных элементов, а также биохимическим изменениям свойств сырья, что приводит к накоплению белковых и эссенциальных веществ, способных поддерживать функциональную активность органов и тканей человека, корректировать состав внутренней индигенной микрофлоры кишечной микробиоты и, как следствие, повышать иммунную защиту организма. Кроме этого, они принимают участие в синтезе витаминов группы В, витамина К и других биологически активных веществ (Усенко, Горелов, 2004; Маркова, Шевелева, 2014).

Рассматривая БЗК, необходимо учитывать их пробиотические свойства из-за роста интереса населения к продукции пробиотической направленности, употребление которой оказывает существенное влияние на оптимизацию микробиологического статуса пищеварительного тракта человека, что способствует стимулированию иммунной системы и поддержанию здорового образа жизни (Ардатская, 2015).

Большинство технологий пищевых продуктов, содержащих БЗК с пробиотическими свойствами, исключает воздействие критичных для клеток высоких температур с целью их сохранения. Однако, при получении продуктов с живыми клетками БЗК, в случае возникновения теплового воздействия на них, особенно важными являются их жизнеспособность и метаболическая активность (Charalampopoulos, Rastall, 2009). Поэтому необходимо создание условий обработки рыбной пищевой продукции, содержащей БЗК (температура и продолжительность процесса), позволяющих сохранить жизнеспособность клеток и получить продукцию безопасную и готовую к употреблению.

Были исследованы перспективные для биотрансформации БЗК: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Bifidobacterium bifidum* (Таблица 1).

Таблица 1. Характеристика штаммов БЗК для биотрансформации рыбного сырья (Воробьева, 1995; Степаненко, 2006; Рыбальченко, 2013; Вальшев, 2016; Функ, Иркитова, 2016; Бегунова и др., 2019)

Характеристика	Вид бактериальных заквасочных культур					
	<i>L. casei</i>	<i>L. acidophilus</i> ,	<i>L. bulgaricus</i>	<i>St. thermophilus</i>	<i>Propionibacterium shermanii</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
Предел кислотообразования, °Т	80–180	200-250	200-300	110-115	160-170	120-130
Рост в присутствии 2% NaCl	+	+	+	+	+	+
Рост в присутствии 4% NaCl	-	-	-	-	+	-
Рост в присутствии 6,5% NaCl	-	-	-	-	-	-
pH, ед.	4,6-6,4	3,0-8,3	4,6-8,0	3,4-5,8	4,5-8,0	4,5-8,5
a _w , ед.	Min 0,90-0,94					
T _{оп} , °С	30-45 (до 70°С - 40 мин)	30-40	40-45	38-55	15-40	30-50
антагонистическая активность, %	13,5-66,3	11,4-63,0	13,05-83,54	12,03-49,21	15,20-73,01	10,4-86,2
Антиоксидантная активность	Перехват гидроксил-радикала ОН, синтез антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-каталаза)	Перехват гидроксил-радикала ОН, образование антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-каталаза, ускорение гликолитического расщепления	Перехват гидроксил-радикала ОН, образование антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-каталаза), ускорение гликолитического расщепления	Способность к образованию хелатных комплексов с Fe ⁺²	Образование антиоксидантных ферментов (Mn-каталаза)	Способность к образованию хелатных комплексов с Cu ⁺² Способность перехватывать пероксид водорода
Продуцирование бактериоцинов	Казеинин	Лантацин, ацидоцин, лактоцин	Низин, булгарацин	Термофилин	Пропиоцин	Бифидоцин

Возможность проявления протеолитической активности	+	+	+	+	+	-
Возможность проявления липолитической активности	+	-	-	-	+	+

Исучаемые БЗК наиболее распространены при производстве пищевой продукции, являются живыми формами пробиотиков, выделяют в процессе жизнедеятельности метаболиты (молочная, уксусная, пропионовая, муравьиная, янтарная кислоты, бактериоцины), необходимые для процесса биотрансформации, и способны выдерживать температуры ≥ 40 °С (в редких случаях до 70 °С в течение 40 минут), развиваться в пределах рН – 3,0–8,5 и в пределах активности воды (a_w) – 0,90–0,94, обладают антагонистической, антимикробной и антиоксидантной активностью за счёт перехват гидроксил-радикала ОН, образования антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-каталаза) и хелатных комплексов (Fe^{+2} Cu^{+2}), а также синтеза бактериоцинов. Большинство БЗК способны проявлять протеолитическую активность, что будет оказывать дополнительное воздействие на структуру мышечной ткани рыбы (Степаненко, 2006; Рыбальченко, 2013; Вальшев, 2016; Бегунова, Рожкова, Зверева, 2019). БЗК способны расти в присутствии 2 % NaCl, *Propionibacterium freudenreichii* способен развиваться и при 4 % NaCl. При 6,5 % NaCl культуры прекращают свой рост, что необходимо учитывать при составлении системы для биотрансформации рыбного сырья, а также при моделировании рецептур пищевой рыбной продукции, в которых содержание соли (NaCl) рекомендуется не более 2 %, чтобы не подавлять их развитие и рост (Журавлева, 2018).

В случае гибели БЗК под действием тепловой обработки, потенциально могут использоваться продукты их метаболизма, а также инактивированные и разрушенные клетки пробиотиков. Данные компоненты известны как метабиотики и постбиотики. Они начинают действовать сразу при попадании в организм, способны положительно влиять на резидентные микроорганизмы желудочно-кишечного тракта, физиологические, иммунологические и нейрогормональные метаболические реакции организма (Рябцева, 2020).

Следует отметить, что БЗК с пробиотическими свойствами способны продуцировать липолитические ферменты, способствующие расщеплению липидов и последующему их быстрому окислению с образованием карбоксильных соединений, приводящих к формированию специфических и нежелательных вкуса и аромата. Согласно этому, при внесении БЗК уровень содержания жира в рыбном сырье рекомендован не более 1,5 %. Более высокое содержание жира может привести к ухудшению органолептических показателей и, соответственно, качества пищевой рыбной продукции (Хамагаева, 2012; Китаевская, 2015).

По этой причине, при подборе объектов для биотрансформации, приоритетными являются рыбы нежирной группы.

Известно, что в результате автолитических процессов в рыбе проявляется характерный рыбный запах за счет накопления триметиламинооксида, с последующим его распадом под действием ферментов (редуктаз) до диметиламина и триметиламина (Кизеветтер, 1980; Мегеда, 2008). Метиламины являются легколетучими и при взаимодействии с кислотами образуют нелетучие растворимые соли замещённого аммония, в дальнейшем уже не влияющих на формирования рыбного запаха (Вайзман, 1995). Использование кислотообразующих БЗК будет способствовать снижению уровня образования азотистых летучих оснований, за счет продуцирования метаболитов – молочной, пропионовой и уксусных кислот, тем самым снижая интенсивность рыбного запаха и повышая потребительские свойства продукции (Ярцева, Долганова 2009; Антипова и др., 2015).

Таким образом, биотрансформация рыбного сырья с использованием БЗК позволит решить проблемы специфического запаха и вкуса и положительно повлияет на его органолептические и структурные свойства в целом, за счёт мягкой деструкции (за счёт кислотообразования) белковых компонентов мышечной ткани рыб.

БЗК, как защитные культуры, будут способствовать продлению сроков годности пищевой рыбной продукции за счёт эффекта «биоконсервирования» (Charalampopoulos, Rastall, 2009), а сохранение живых клеток БЗК при технологической обработке имеет особое значение для производства пробиотических пищевых продуктов, которые играют немаловажную роль в поддержании здорового образа жизни человека.

Список литературы

Антипова Л.В., Дворянинова О.П., Черкесов А.З. 2015. Биохимический механизм автолитических процессов мышечной ткани рыб. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий № 2(64): 92–97.

Ардатская М. Д. 2015. Пробиотики, пребиотики и метабиотики в коррекции микробиологических нарушений кишечника. Медицинский совет №. 13: С. 94–99.

Бегунова А.В., Рожкова И.В., Зверева Е.А. [и др.]. 2019. Молочнокислые и пропионовокислые бактерии: формирование сообщества для получения функциональных продуктов с бифидогенными и гипотензивными свойствами. Прикладная биохимия и микробиология Т. 55., № 6: 566–577.

Вайзман Ф.Л. 1995. Основы органической химии. СПб: изд-во Химия, 464 с.

Вальшев А.В., Вальшева Н.А. 2016. Комбинация антибиотиков и бактериоцинов – эффективный способ борьбы с резистентными микроорганизмами. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН № 4: 2.

Воробьева Л.И. 1999. Пропионовокислые бактерии. М.: изд-во МГУ, 288 с.

Журавлева С.В., Бойцова Т.М., Прокопец Ж.Г., Журавлева А.В. 2018. Влияние биомодификации на органолептические показатели мышечной ткани рыб. Вестник КамчатГТУ №45: 37–42. DOI: 10.17217/2079-0333-2018-45-37-42

Кизеветтер И.В., Дмитрикова В.Г., Гусева Л.Б. 1980. Исследование способов улучшения вкусовых свойств минтая. Рыбное хозяйство №4.

Китаевская С.В. 2015. Изучение способности молочнокислых бактерий продуцировать липолитические ферменты. Вестник Технологического университета Т. 18, № 18: 256–258.

Маркова Ю.М., Шевелёва С.А. 2014. Пробиотики как функциональные пищевые продукты: производство и подходы к оценке эффективности. Вопросы питания. Т. 83, № 4: 5–14.

Мегада Е.В., Ким И.Н. 2008. Биохимические аспекты формирования запаха сырых гидробионтов. Известия ТИНРО Т. 154: 345–371.

Рогов И. А. [и др.] 2006. Синбиотики в технологии продуктов питания. М.: изд-во МГУПБ, 217 с.

Рыбальченко О.В., Орлова О.Г., Бондаренко В.М. 2013. Антимикробные пептиды лактобацилл. Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии № 4: 89–100.

Рябцева С.А., Храмов А.Г. 2020. Пробиотики, пребиотики, синбиотики, постбиотики: проблемы и перспективы. Сборник научных трудов Северо-Кавказского федерального университета: Биоразнообразие, биоресурсы, вопросы биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона. Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, 119–123.

Степаненко П.П. 2006. Микробиология молока и молочных продуктов. М.: изд-во Лира, 413 с.

Усенко Д.В., Горелов А.В. 2004. Пробиотики и пробиотические продукты: возможности и перспективы применения. Вопросы современной педиатрии Т.3, № 2: 50–54.

Функ И.А., Иркитова А.Н. 2016. Биотехнологический потенциал бифидобактерий. Acta Biologica Sibirica Т. 2., № 4: 67–79.

Хамагаева, И.С., Хребтовский А.М. 2012. Сравнительная оценка бифидогенных свойств жиров животного происхождения. Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук № 4-1(86): 224–227.

Ярцева Н.В., Долганова Н.В. 2009. Влияние промывочного раствора на органолептические свойства пищевого рыбного фарша. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. № 1: 151–155.

Charalampopoulos D., Rastall R.A. 2009. Prebiotics and probiotics science and technology. New York: Springer, 1273 p.

Hasan S.K. et al. 2019. Isolation, identification and evaluation of lactic acid bacteria as antibacterial activity. Biochemical and Cellular Archives. Т. 19, №. 1: 1339-1342.

Sidhu P.K., Nehra K. 2021. Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria as Potent Antimicrobial Peptides against Food Pathogens. Biomimetics, 10.5772/intechopen.95747.

Влияние фракций гуминовых кислот с разной молекулярной массой на выживаемость и трофическую активность *Daphnia magna*

М.В. Журавлева¹, О.В. Воробьева^{1,2}

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: mzhuravlevabio@gmail.com

Аннотация. Было исследовано влияние гуминовых веществ (ГВ) (препарат фирмы Aldrich) и их фракции с молекулярной массой >30 кДа на выживаемость и трофическую активность *Daphnia magna*, а также на изменение токсичности меди. В острых опытах длительностью 96 ч при физиологической нагрузке (проведение экспериментов на дистиллированной воде в отсутствие кормления) было выявлено снижение гибели и увеличение трофической активности дафний при добавлении гуминовых веществ в концентрациях 1-14 мгС/л. Добавление ГВ в концентрации 5 мгС/л к меди в концентрациях, превышающих ПДК в 5 и 10 раз, снижало ее токсичность. Наиболее выраженный протекторный эффект наблюдался при действии исходного препарата: гибель дафний снижалась со 100% до 5%.

Ключевые слова: гуминовые вещества, фракции, дафнии, медь, токсичность

Гуминовые вещества (ГВ) являются важным компонентом водных экосистем и оказывают комплексное влияние на гидробионтов (Steinberg et al., 2006). Организмы зоопланктона могут использовать ГВ в качестве дополнительного источника пищи (Salonen, Nammar, 1986). В ряде исследований уделяется внимание влиянию молекулярной массы частиц ГВ на их биологические свойства. Например, было показано, что фракции ГВ с меньшим молекулярным весом являются более токсичными, в то время как тяжелые фракции могут выполнять протекторные функции (Giesy et al., 1977; Watanabe et al., 2017). Целью данного исследования было изучение влияния гуминовых веществ и их фракции >30 кДа на токсичность меди и выживаемость *Daphnia magna* (Anomopoda, Daphniidae).

В работе использовался препарат ГВ фирмы Aldrich (cas № 14-15-93-6). Фракции ГВ были получены методом ультрафильтрации. Концентрации фракций ГВ считали по органическому углероду. В опытах использовали дистиллированную воду, считая ее физиологической нагрузкой для дафний, способной проявить протекторные свойства ГВ или усилить проявление их токсических свойств.

Рачки для опытов были взяты из лабораторной культуры, выращенной в соответствии с методикой (Жмур, 2007). Дафний в возрасте до 24 ч в количестве 4 особей помещали в емкости объемом 10 мл в пятикратной повторности. Таким образом, общая выборка дафний для каждой линии составляла 20 особей. Контрольной группой служили дафнии, помещенные в среду без добавления исследуемых веществ. В качестве корма использовали водоросль *Chlorella vulgaris*, выращенную на среде Тамия. Дафний кормили на 24 ч и 72 ч эксперимента или не кормили совсем. Продолжительность опытов составила 96 часов. Для оценки трофической активности после экспозиции дафний в растворе с токсикантами в течение 4 суток их помещали в чистую среду с кормовой водорослью хлореллой известной концентрации. Трофическую активность рассчитывали по разнице флуоресценции хлорофилла перед посадкой дафний и спустя 2 ч экспозиции по формуле (Маторин и др., 2009): $F = \ln(C_t/C_0) \times V/n \times t$, где F – скорость фильтрации одной дафнии, C_t – концентрация клеток хлореллы в момент времени t, C_0 – начальная концентрация клеток, V – общий объем пробы с дафниями, n – количество дафний в пробе, t – время экспозиции.

Не было выявлено токсического действия гуминовых веществ. Выживаемость дафний в опытах с ГВ без меди и с добавлением корма была 100% во всех концентрациях обеих фракций. В опытах без кормления наблюдалось увеличение выживаемости рачков в

сравнении с контрольными группами, максимальные отличия составляли 17% для исходного ГВ в концентрациях 4 и 9 мг/л и 33% для фракции >30 кДа в концентрациях 1, 4 и 9 мг/л. Также было отмечено повышение трофической активности дафний при добавлении ГВ относительно контрольных значений. Наибольший эффект наблюдался в опытах с исходным препаратом ГВ без кормления, где максимальные различия с контролем составили 126%. Трофическая активность рачков, которых кормили в ходе проведения эксперимента, практически не отличалась от контрольной группы. При этом абсолютные значения трофической активности были выше в опытах с кормлением.

Медь оказывала негативное воздействие на выживаемость тест-объекта, однако добавление ГВ снижало смертность дафний как относительно контрольной группы, так и рачков, находящихся под экспозицией металла (рисунок а, б, г). Протекторные свойства проявлял как исходный препарат, так и фракция ГВ >30 кДа, что согласуется с литературными данными. Наибольший эффект был выявлен у исходного препарата в опытах без кормления: при концентрации меди 0,01 мг/л добавление ГВ в концентрации 5 мг/л приводило к снижению смертности со 100% до 5%.

Как было сказано ранее, дафнии могут использовать ГВ в качестве альтернативного источника пищи. В случае отсутствия основного кормового ресурса добавление ГВ может снижать стресс от голода и способствовать повышению выживаемости рачков. Также известна способность ГВ образовывать комплексы с тяжелыми металлами, снижая таким образом их биологическую активность.

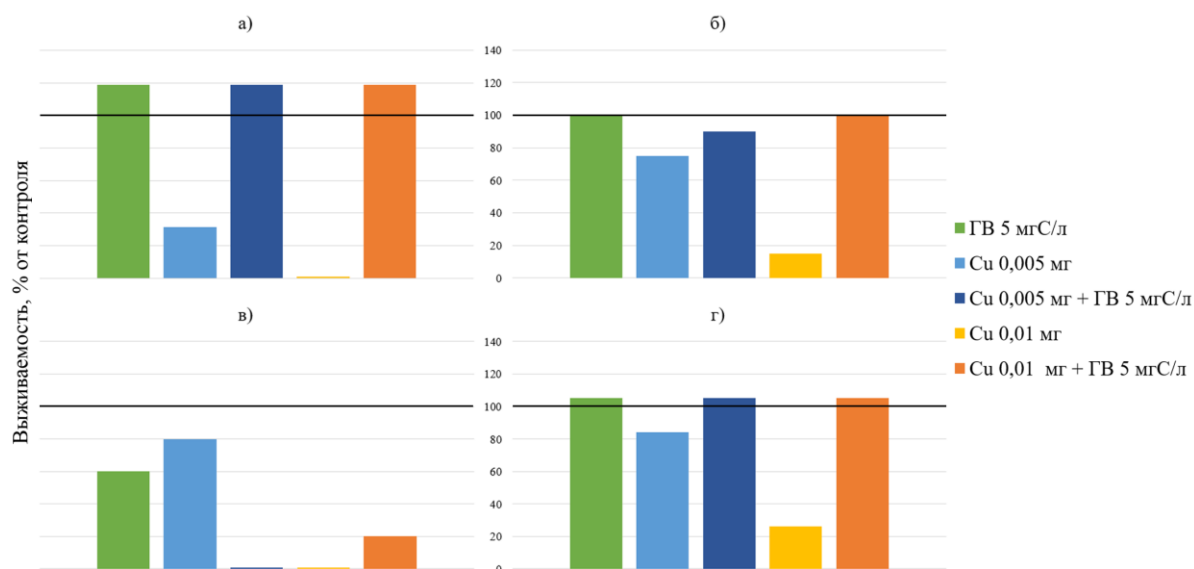


Рисунок. Выживаемость дафний относительно контрольных выборок в опытах с медью с добавлением ГК, выживаемость в контроле принята за 100% и отмечена жирной линией; а) исходная фракция ГК без кормления; б) исходная фракция ГК с добавлением корма; в) фракция ГК >30 кДа без кормления; г) фракция ГК >30 кДа с добавлением корма.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ: проект No 21–77–10028 (работы по определению форм меди и распределения ГВ по размерным фракциям).

Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова "Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды".

Список литературы

Жмур Н.С. 2007. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: АКВАРОС, 52 с. (ФР 1.1.39.2007–03–222).

Маторин Д.Н., Братковская Л.Б., Яковлева О.В., Венедиктов П.С. Биотестирование токсичности вод по скорости поглощения дпфниями микроводорослей, регистрируемых с помощью флуоресценции хлорофилла. Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. 2009; (3):28-33.

Giesy J.P., Leversee G.J., Williams D.R. 1977. Effects of naturally occurring aquatic organic fractions on cadmium toxicity to *Simocephalus serrulatus* (Daphnidae) and *Gambusia affinis* (Poeciliidae). Water Research, 11(11), 1013–1020. doi:10.1016/0043-1354(77)90160-9

Salonen K., Hammar T. 1986. On the importance of dissolved organic matter in the nutrition of zooplankton in some lake waters. Oecologia, 68(2), 246–253. doi:10.1007/bf00384795

Steinberg C.E.W., Kamara S., Prokhotskaya V.Y., Manusadzianas L., Karasyova T.A., Timofeyev M.A., ... Menzel R. 2006. Dissolved humic substances - ecological driving forces from the individual to the ecosystem level? // Freshwater Biology, 51(7), 1189–1210. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2006.01571.x

Watanabe C.H., Monteiro A.S.C., Gontijo E.S.J., Lira V.S., Bueno C. de C., Kumar N.T., ... Rosa A. H. 2017. Toxicity assessment of arsenic and cobalt in the presence of aquatic humic substances of different molecular sizes. Ecotoxicology and Environmental Safety, 139, 1–8. DOI 10.1016/j.ecoenv.2017.01.018

Влияние нерудных добычных работ на водные биоресурсы нижней Томи в районе разработки песчаных грунтов Томской области

А.С. Кондратюк, Л.Л. Поротникова, С.Е. Байльдинов, А.В. Цапенков

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), г. Новосибирск
E-mail: div-ru@mail.ru

Аннотация. Одним из негативных факторов антропогенного воздействия на водные биологические ресурсы является проведение дноуглубительных и добычных работ в руслах рек. Приведена характеристика р. Томь при изучении водных биоресурсов нижнего течения р. Томь за период с 2015 г. по 2019 г. в районе разработки песчаных грунтов.

Ключевые слова: нерудные строительные материалы, река Томь, зоопланктон, зообентос, негативное воздействие

Добыча нерудных строительных материалов из водных объектов является одним из основных видов негативного антропогенного влияния на водные объекты и экосистемы. В результате изъятия грунтов из русловой и прибрежной частей водотока происходит изменение гидрологических и гидрохимических режимов. В результате воздействий происходит значительное изменение качественного и количественного состояния гидробионтов.

Река Томь является самым крупным незаморным притоком Верхней и Средней Оби. Берет свое начало в горном массиве Абаканского хребта на территории Республики Хакасия. Длина реки составляет 827 км, она подразделяется на три участка: верхний, средний и нижний, протяженностью соответственно 247 км, 307 км и 273 км. Верхнее и среднее течения Томи расположены в горной местности, а нижнее - в холмисто-равнинной. Река на всем своем протяжении имеет горный гидрологический режим.

Большая часть Томи и ее притоков располагаются на территории густонаселенных и промышленно развитых Томской и Кемеровской областей и испытывают постоянное антропогенное воздействие. Интенсивная разработка песчано-гравийных смесей в руслах рек сокращает площадь нерестилищ рыб-литофилов, разрушает среду обитания рыб и кормовых организмов (Визер, 2012).

Целью настоящей работы является оценка качественного и количественного развития организмов зообентоса на исследуемом участке реки Томь в период с 2015-2019 гг.

Материалы и методы. Материалом для работы послужили пробы зообентоса и зоопланктона, отобранные на 8 станциях с 2015-2019 гг., на участке нижнего течения р. Томь.

Сбор материала проводили весной, летом и осенью, в русловой и в прибрежной частях. Отбор проб и обработка материалов проводились по общепринятым методикам (Руководство по гидробиологическому мониторингу, 1992; Салазкина, Алимова, Финогеновой 1984; Цаллолихина 2004).

Полученные результаты. Грунты на исследуемом участке были сложены в основном песчано-каменистыми и песчаными фракциями, иногда с примесью ила и растительных остатков в прибрежной части.

При изучении водных биоресурсов нижнего течения р. Томь за период с 2015 г. по 2019 г. были определены: видовой состав сообщества, структурная организация и пространственное распределение по исследуемому участку, численность и биомасса организмов.

В таксономическом составе зообентоса реки Томь в исследуемый период было обнаружены следующие группы: веснянки (Plecoptera), хирономиды (Chironomidae), ракообразные (Crustacea), поденки (Ephemeroptera), пиявки (Hirudinea), моллюски (Mollusca),

малощетинковые черви (Oligochaeta), ручейники (Trichoptera) и двукрылые (Diptera), гаммариды (Gammaridae), нематоды (Nematoda), моллюски - брюхоногие (Gastropoda) и двухстворчатые (Bivalvia).

В связи с различными условиями обитания, количественные и качественные показатели развития зообентоса сильно менялись по акватории. Численность донных организмов на исследованном участке водотока с 2015 по 2019 г. варьировалась в пределах 65 - 1589 экз./м² (Рисунок 1).

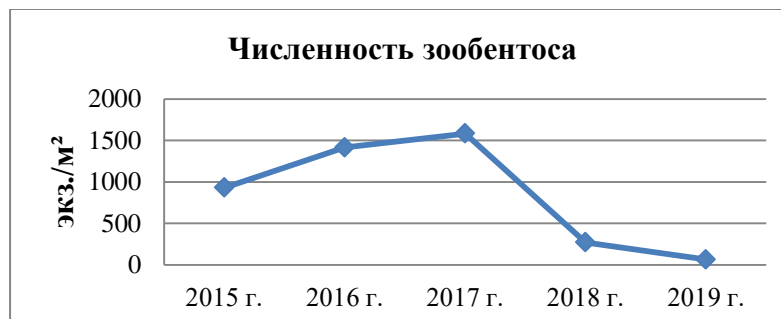


Рисунок 1. Годовая динамика численности организмов зообентоса на исследованном участке реки Томь.

Показатели биомассы организмов зообентоса также варьировались в больших пределах 2,1925 –14,725 г/м² (Рисунок 2).

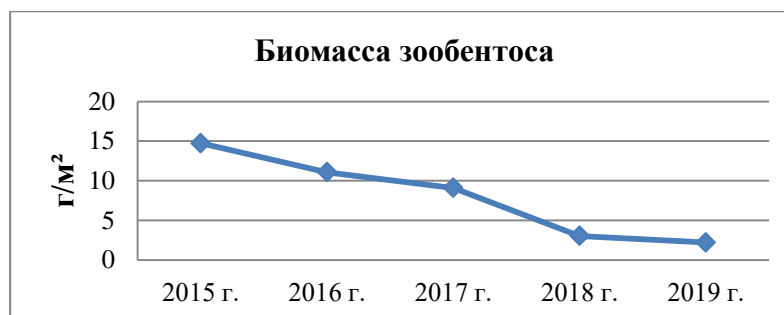


Рисунок 2. Биомасса зообентоса на исследованном участке реки Томь.

Наименьшие показатели численности зообентоса были зафиксированы в 2019 г. – 65 экз./м², наибольшие в 2017 г. – 1589 экз./м². Наименьшие показатели биомассы зообентоса были зафиксированы также в 2019 г. – 2,1925 г/м², наибольшие в 2015 г.– 14,725 г/м².

Качественный состав зоопланктона в районе исследований был довольно низким. Всего на данном отрезке р. Томь зоопланктон представлен 3 систематическими группами: ветвистоусые (Cladocera), веслоногие (Copepoda), колдовратки (Rotatoria).

Наибольшие показатели численности представленных групп зоопланктона были отмечены в 2017 г. – 1008 экз./м³, минимальная численность в 2018 г. – 245 экз./м³ (Рисунок 3).



Рисунок 3. Динамика численности зоопланктона на исследованном участке реки Томь.

Минимум биомассы зоопланктона отмечен также в 2018 г. и составила 0,00262 мг/м³, максимальная биомасса наблюдалась в 2015 г. и достигала 0,127 мг/м³ (Рисунок 4).



Рисунок 4. Биомасса зоопланктона на исследованном участке реки Томь.

Таким образом, согласно результатам исследований прослеживается влияние на зообентосные и зоопланктонные организмы при добычных работах в течение пяти лет. Бентосное сообщество испытывает наибольшее негативное воздействие от добычных работ, а его восстановление происходит медленными темпами, поскольку бентосные беспозвоночные имеют довольно длительные жизненные циклы.

Заключение. В распределении численности и биомассы организмов зообентоса и зоопланктона по периодам исследований, можно отметить значительное снижение их численных показателей. Следовательно, ухудшаются условия обитания гидробиоценозов, из-за чего снижается продуктивность водных биологических ресурсов и среды их обитания.

Разработка песчано-гравийных смесей и другие работы на реке Томь могут привести к разнообразным негативным последствиям, среди которых нарушение структуры речного ложа и его оголение, изменение баланса поступления песка из верхнего течения, его ската ниже и заиление.

Извлечение песка из русла может привести к подрыву кормовой базы рыб, разрушению нерестилищ, благоприятных условий для выклева икры и роста молоди рыб, а также понижает способность реки к самоочищению и поддержания естественной рыбопродуктивности.

Список литературы

Визер А.М. 2012. Влияние антропогенных факторов на формирование ихтиофауны реки Томи / А. М. Визер, А. В. Соромотина, А. В. Толстикова // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: Тезисы докладов III Международной конференции – Тюмень: ТГУ, С. 47-49.

Кутиковой Л.А., Старобогатова Я.И. 1977. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 510 с.

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

Салазкина А.А., Алимова А.Ф., Финогеновой Н.П. 1984. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 52 с.

Цаллолихина С.Я. 2004. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: ЗИН РАН, Т. 1-6.

Генотоксические эффекты в клетках крови рыб при воздействии бензола в воде дельты Волги

А.В. Конькова¹, Д.Р. Файзулина¹, Ю.М. Ширинина¹, И.А. Богатов^{1,2}

¹Астраханский государственный университет им В.Н. Татищева (ФГБОУ ВО «АГУ им. В.Н. Татищева»), г. Астрахань

²Обособленное подразделение ООО «Летеа» Научно-производственная база «Рыбопитомник «Духовницкое»», Саратовская область, р. п. Духовницкое
E-mail: avkonkova@yandex.ru

Аннотация. В последние годы водотоки дельты реки Волги находятся в напряженном экологическом состоянии и оцениваются как «грязные». Некоторые токсиканты, в том числе бензол, могут обладать канцерогенными свойствами. В эксперименте с волжской водой и опытными рыбами при помощи микроядерного теста и теста ДНК-комет были подтверждены ярко выраженные генотоксические эффекты бензола. Показано, что в настоящий момент водотоки дельты Волги относительно безопасны в этом отношении, однако аварийные ситуации с многократным увеличением ПДК бензола приведут к нарушению генетического гомеостаза рыб.

Ключевые слова: бензол, микроядра, ДНК-комет, дельта Волги

В последние годы водотоки дельты реки Волги находятся в напряженном экологическом состоянии, оцениваются как «грязные», что обусловлено главным образом антропогенным воздействием и некоторыми природными особенностями. Основной источник поступления загрязняющих веществ в дельту Волги – сток речных вод. Наиболее выраженное загрязнение наблюдается в отношении фенола, нефтеуглеводородов, тяжелых металлов, пестицидов, синтетических поверхностно активных и органических веществ. За последние годы среднегодовые концентрации изменяются незначительно и составляют, например для нефтепродуктов 2-3 предельно допустимой концентрации (ПДК), соединений меди – 3-4 ПДК, цинка, железа, органических веществ (по БПК₅ и ХПК) – 1-2 ПДК (Бреховских, Островская, 2017). Бензол представляет собой летучий ароматический углеводородный компонент сырой нефти, который используется в промышленных масштабах в качестве растворителя или исходного материала для синтеза других химических соединений (стирол, фенол, эпоксидные и фенольные смолы, нейлон, пестициды, красители и др.). Вместе с толуолом, этилбензолом, орто- мета- и параксилолом, бензол образует нефтяную фракцию с наибольшей растворимостью в воде, поэтому после разливов нефти эти соединения попадают в водоемы (Bucker et. al., 2012). Предельно допустимая концентрация бензола для водоемов рыбохозяйственного назначения составляет 500 мкг/л. Главная опасность бензола состоит в его канцерогенных и мутагенных свойствах, он вызывает повреждение ДНК, хромосомные aberrации, обмен сестринскими хроматидами образование микроядер при различных путях воздействия (Bucker et. al., 2012).

В связи с этим целью работы явилось определение потенциального канцерогенного воздействия бензола на рыб в воде дельты Волги с использованием генотоксических методов исследования, таких как микроядерный тест и метод ДНК-комет. Высокочувствительный метод ДНК-комет позволяет оценить первичные повреждения ДНК, микроядерный тест показывает нарушения, образовавшиеся в процессе клеточных делений (микроядро (МЯ) – это фрагмент ядра клетки, не содержащий полного генома). Оба выбранных метода дополняют друг друга (Ordzhonikidze et. al., 2014).

Материалом для настоящей публикации послужили результаты экспериментальной работы, проведенной в научно-испытательной лаборатории ихтиопатологических исследований и комплексной апробации препаратов Астраханского государственного

университета в ноябре 2021 г. Для осуществления эксперимента вода из протоки Хурдун дельты Волги (РФ, Астраханская область, Икрянинский район) была доставлена в лабораторию и помещена в три аквариума по 10 л: первый аквариум - контроль (вода без добавления бензола), второй аквариум – вода после добавления бензола (ХЧ 99,8% C₆H₆) для получения 10 ПДК бензола, третий аквариум - 15 ПДК бензола. В каждый аквариум были посажены по 3 экз. пресноводной рыбы Цихлазома северум *Heros severus*. В этих условиях рыб содержали 72 ч, затем у них прижизненно отбирали кровь для проведения генотоксических анализов. При планировании эксперимента учитывали, что для образования МЯ в клетке должен пройти митоз, который у большинства видов рыб происходит через 2-3 дня. Для проведения микроядерного теста изготавливали мазки крови, на которых изучали по 1000 эритроцитов каждой особи, количество обнаруженных эритроцитов с МЯ выражали в промилле (Schmidt, 1975). Для определения степени повреждения ДНК использовали щелочной метод ДНК-комет, повреждение ДНК оценивали визуально, полученный индекс выражали в баллах (Singh et al., 1988).

Результаты проведенных экспериментальных работ свидетельствовали о том, что у рыб, содержащихся в воде без добавления токсиканта (контроль) количество эритроцитов с микроядрами и индекс ДНК-комет были достоверно ниже, чем у тех особей, которые подверглись воздействию бензола в концентрациях, многократно превышающих ПДК. Причем с увеличением концентрации бензола генотоксические показатели достоверно увеличивались (таблица).

Таблица. Генотоксические показатели Цехлозома северум (эксперимент, 2021 г.)

Аквариумы (вода р. Хурдун)	Количество клеток с МЯ, ‰	Индекс ДНК-комет, балл
Контроль	0,66±0,33*	0,85±0,06*
10 ПДК	4,50±0,50	2,33±0,21
15 ПДК	6,50±0,50	3,11±0,05

* различия достоверны согласно непараметрическому критерию Манна-Уитни

У рыб из контрольного аквариума количество эритроцитов с МЯ на 1000 просмотренных клеток не превышало 1, тогда как у рыб из аквариума с содержанием 10 ПДК бензола этот показатель составил 4 клетки, при 15 ПДК – 6 клеток. В связи с этим средний показатель клеток с МЯ у рыб из контроля входил в пределы допустимых значений по литературным данным, согласно которым в норме частота встречаемости клеток с микроядрами при спонтанном мутагенезе не превышает 0,5-1‰ (Ильинских, Ксенц и др., 2011). Тогда как при воздействии бензола тот показатель превышал допустимый естественный уровень.



Рисунок 1. Микроядра в эритроцитах Цехлозома северум (ув. 10x40). А – при 10 ПДК бензола; Б- при 15 ПДК бензола (эксперимент, 2021 г.)

Аналогичная тенденция была характерна и для повреждения ДНК. Максимальные баллы и соответственно тяжелые повреждения ДНК наблюдали у рыб, содержащихся при 10 и 15 ПДК бензола (рисунок 2 б-в), тогда как у контрольной группы особей они либо отсутствовали (0 баллов) либо имели степень легких повреждений (1 балл) (рисунок 2 а). Например, у золотой рыбки *Carassius auratus*, содержащейся в лабораторных условиях с

отсутствием прямого генотоксических влияния индекс ДНК-комет не превышал 0,3-0,4 балла (Çavaş, Serpil, 2007).

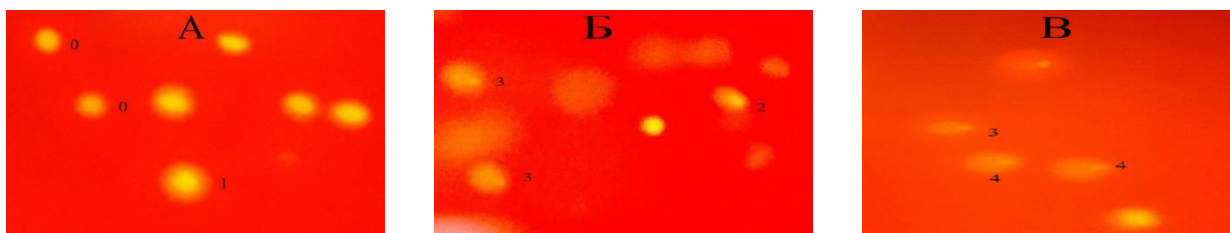


Рисунок 2. Эритроциты Цихлазома северум с эффектом ДНК-комет (0-4 балла) ув. 10х20. А – эритроциты рыбы в контроле; Б - эритроциты рыбы при 10 ПДК бензола; В - при 15 ПДК бензола (эксперимент, 2021 г.)

В ходе эксперимента микроядерный тест и тест ДНК-комет показали свою эффективность в обнаружении генотоксических эффектов в клетках крови рыб в присутствии бензола в высоких концентрациях. Несмотря на положительные результаты обоих методов некоторые публикации выявляют некоторое преимущество второго метода как более чувствительного. Так при проведении подобной экспериментальной работы с электрической рыбой-нож *Apteronotus bonapartii*, авторами был сделан вывод, что ДНК-комет тест более подходящий, чем количество эритроцитов с МЯ для обнаружения бензола в водной среде, особенно в сжатые сроки (Bücker et al., 2012).

Таким образом, результаты проведенной работы свидетельствовали о том, что отобранные образцы воды одной из проток дельты Волги в период исследований не проявляли ярко выраженных генотоксических эффектов для опытных групп рыб, т.е. были относительно безопасны в этом отношении. Однако ввиду присутствия по всему течению нижней Волги и ее дельты фонового нефтеуглеводородного загрязнения, а также вероятности аварийных ситуаций с многократным увеличением ПДК бензола (смоделированные в эксперименте) на химических и нефтеперерабатывающих производствах или при разливах сырой нефти, имеется потенциальная опасность возникновения канцерогенных и мутагенных эффектов у гидробионтов, вызывающих нарушения генетического гомеостаза организма, способствующих активации апоптоза, развитию заболеваний, преждевременному старению и гибели. В связи с этим в районах, ведущих нефтедобывающую и нефтеперерабатывающую деятельность, а также на крупных водных транспортных путях необходимо усилить экологический мониторинг главным образом с применением генотоксических методов исследований.

Список литературы

- Бреховских В.Ф., Островская Е.В. 2017. Загрязняющие вещества в водах Волжско-Каспийского бассейна. Астрахань: изд-во «Сорокин Роман Васильевич», 408 с.
- Ильинских Н.Н., Ксенц А.С., Ильинских Е.Н. Васильев С.А., Манских В.Н. 2011. Микроядерный анализ в оценке цитогенетической нестабильности. Томск: изд-во «ТППУ», 234 с.
- Bucker A. Carvalho M.S., Conceicao M.B., Alves-Gomes J.A. 2012. Micronucleus test and comet assay in erythrocytes of the Amazonian electric fish *Apteronotus bonapartii* exposed to benzene // J. Br. Soc. Ecotoxicol. 7: 65-73. DOI: 10.5132/jbse.2012.01.010
- Çavaş T., Serpil K. 2007. Detection of cytogenetic and DNA damage in peripheral erythrocytes of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to a glyphosate formulation using the micronucleus test and the comet assay // Mutagenesis 22 (4): 263–268. DOI: 10.1093/mutage/gem012
- Ordzhonikidze C.G., Demidova T.B., Krysanov E.Y. 2014. Evaluation of genetic homeostasis in animals at different stages of ontogenesis in the environment // Russ J. Dev. Biol. 45: 134–142 DOI: 10.1134/S1062360414030035

Schmidt W. 1975. The micronucleus test // *Mutation Res.* 31 (1): 9–15. DOI: 10.1016/0165-1161(75)90058-8

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

Цианобактерии в планктоне крупных водоемов Вологодской области (2016–2021 гг.)

Н.Н. Макарёнкова

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВологодНИРО»), г. Вологда
E-mail: mackarenckowa@yandex.ru

Аннотация. Цианобактерии широко распространены в больших мелководных водоемах Вологодской области. Они обнаруживаются в планктоне в течение всего периода открытой воды, составляют 11–18% от общего количества видов. Существенный вклад в структуру общей численности и биомассы цианобактерии вносят в теплый (выше 18–25°C) сезон, вызывая в некоторых случаях «цветение» воды и связанные с ним неблагоприятные последствия. В течение 2016–2021 гг. повсеместно распространенными в планктоне были *Aphanocapsa delicatissima* W. et G.S.West, *Aphanocapsa holsatica* (Lemm.) Cronb. et Kom., *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb., *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom., *Snowella lacustris* (Chod.) Kom. et Hind. Наиболее сложная структура цианобактериального комплекса наблюдалась в озерах Воже и Белое.

Ключевые слова: цианобактерии, фитопланктон, Вологодская область, озеро Белое, Шекснинское водохранилище, озеро Воже, озеро Кубенское

Цианобактерии являются постоянным компонентом планктонных сообществ. Они встречаются в различных водных объектах Вологодской области в течение всего вегетационного периода (Макарёнкова, 2012; Макарёнкова, 2013; Корнева и др., 2021; Макарёнкова, 2021), периодически вызывая «цветение» воды (Макарёнкова, 2018; Коновалов и др., 2021). К крупным рыбохозяйственным водоемам на территории области, на которых Вологодским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» осуществляются регулярные исследования, относятся озера Воже, Кубенское и Шекснинское водохранилище (оз. Белое, речная часть). Севернее других расположенное оз. Воже (418 км²) и сопоставимое с ним по площади оз. Кубенское (417 км²) наиболее мелководны (средние глубины – 1,4 и 2,5 м соответственно) и интенсивно зарастают. Самое крупное озеро, полностью находящееся в границах области – оз. Белое (1284 км²), также мелководное (4,1 м), характеризуется открытостью, слабым зарастанием и интенсивным перемешиванием. Участок речной части Шекснинского водохранилища по длине составляет 120 км, вытянут с севера на юг. Исследуемые водоемы относятся к бассейнам Белого (оз. Воже, Кубенское) и Каспийского (Шекснинское водохранилище) морей.

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, которые отбирались ежеквартально в 2016–2021 гг. (март–ноябрь) 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.

В таксономической структуре фитопланктона исследуемых водоемов за период 2016–2021 гг. цианобактерии составляли приблизительно равные доли: в оз. Воже – 15%, в оз. Кубенском – 11% в речной части Шекснинского водохранилища – 12% и в оз. Белом – 18%. Наибольшая доля цианобактерий в планктоне отмечалась в двух озерах: Белое и Воже. В них была сформирована соответственно и более сложная структура цианобактериального комплекса. При этом в оз. Воже по насыщенности видами выделялись ностоковые,

хроококковые и осцилляториевые, а в оз. Белом преимущество по числу видов имели только хроококковые. В оз. Воже встречались цианобактерии из родов *Aphanizomenon* Morr. ex Born. et Flah., *Aphanocapsa* Näg., *Aphanothece* Näg., *Chroococcus* Näg., *Cuspidothrix* Rajan. et al., *Cyanodictyon* Pasch., *Dolichospermum* (Ralfs ex Born. et Flah.) Wackl., Hoffm. et Kom., *Komvophoron* Anagn. et Kom., *Merismopedia* Meyen, *Microcystis* Kütz. Ex Lemm., *Planktolyngbya* Anagn. et Kom., *Pseudanabaena* Lauterb., *Snowella* Elenk. Наибольшее число видов было сконцентрировано в родах *Dolichospermum* (21% от общего числа видов цианобактерий), *Aphanocapsa* (18%) и *Planktolyngbya* (13%). В Кубенском озере преобладали *Dolichospermum* (27%), *Aphanocapsa* (13%) и *Limnothrix* Meffert (13%), кроме того отмечались *Chroococcus*, *Pseudanabaena*, *Planktothrix* Anagn. et Kom., *Cyanodictyon*, *Snowella*, *Merismopedia*, *Planktolyngbya*. В озерной части Шекснинского водохранилища из родов *Anabaena* Bory ex Born. et Flah., *Aphanizomenon*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Cuspidothrix*, *Cyanodictyon*, *Dolichospermum*, *Merismopedia*, *Microcystis*, *Oscillatoria* Vauch. ex Gom., *Phormidium* Kütz. ex Gom., *Planktolyngbya*, *Pseudanabaena*, *Snowella*, *Woronichinia* Elenk. выделялись по количеству видов *Aphanocapsa* (29%) и *Microcystis* (13%). Родовой спектр планктонных цианобактерий речной части водохранилища был более узким: отсутствовали представители *Chroococcus*, *Cuspidothrix*, *Merismopedia* и *Oscillatoria*. При этом основное количество видов цианобактерий было распределено между родами *Dolichospermum*, *Aphanocapsa*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* – по 14%. Таким образом, во всех водоемах среди наиболее насыщенных таксонов в родовом спектре присутствовал род *Aphanocapsa*. К цианобактериям, встречающимся повсеместно, относились *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa holsatica*, *Planktolyngbya limnetica*, *Pseudanabaena limnetica*, *Snowella lacustris*. Коэффициенты сходства цианобактериальных комплексов не превышают 0,38 по индексу Сёренсена и 0,23 по индексу Жаккара. Наибольшее сходство в составе цианобактерий, ожидаемо, между речной и озерной частями водохранилища, а также между озерами Воже и Белое (0,34 и 0,21 соответственно) и между оз. Кубенским и речной частью Шекснинского водохранилища (0,32 и 0,19). По частоте встречаемости в оз. Воже преобладали *Planktolyngbya contorta* (Lemm.) Anagn. et Kom. (62%), *Planktolyngbya limnetica* (48%), *Aphanocapsa holsatica* (33%), *Planktolyngbya circumcreta* (G.S.West) Anagn. et Kom. (29%), *Pseudanabaena limnetica* (29%), *Dolichospermum* sp. (24%), *Aphanothece stagnina* (Spreng.) A.Br. (19%), *Cyanodictyon planctonicum* Mayer (19%), *Microcystis wesenbergii* (Kom.) Kom. ex Kom. (14%), *Aphanothece elabens* (Menegh.) Elenk. (14%), *Chroococcus limneticus* Lemm. (14%), *Snowella lacustris* (14%), в оз. Кубенском – *Dolichospermum* sp. (29%), *Pseudanabaena limnetica* (29%), *Aphanocapsa delicatissima* (18%) *Snowella lacustris* (18%), *Aphanocapsa holsatica* (12%), в озерной части – *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Born. et Flah. (51%), *Snowella lacustris* (34%), *Woronichinia compacta* (Lemm.) Kom. et Hind. (20%), *Microcystis wesenbergii* (12%), *Aphanocapsa delicatissima* (12%), *Aphanocapsa conferta* (W. et G.S.West) Kom.-Legn. et Cronb. (12%), *Dolichospermum* sp. (10%), в речной части водохранилища – *Pseudanabaena limnetica* (17%), *Aphanocapsa holsatica* (10%), *Dolichospermum* sp. (10%), *Aphanocapsa delicatissima* (10%).

Исследованные водоемы по показателю средневегетационной биомассы фитопланктона по разным классификациям относятся к мезотрофным и эвтрофным. По уровню трофии выделяется Шекснинское водохранилище – речная и озерная части, где среднемноголетняя биомасса в 2016–2021 гг. составила 4,61 и 5,30 г/м³. В оз. Воже её величина соответствовала 2,31 г/м³, в оз. Кубенском – 1,87 г/м³. В целом, по средневегетационным показателям водоемы тяготеют к мезотрофному состоянию. При этом доля цианобактерий достигает от менее 5% в марте и ноябре до 90% в летнее время. В теплый период в крупных водоемах Вологодской области происходит массовое развитие фитопланктона. В некоторых из них наблюдается видимое окрашивание воды в зеленый цвет. Так, например, в оз. Белом на значительной части акватории формируется линейный вид поля «цветения» воды. Массовому развитию водорослей способствует штилевая погода с температурами 18–25°C, щелочная среда, высокое содержание в воде органических и неорганических соединений фосфора при низком соотношении азота и фосфора (N/P < 25).

Принято, что данные гидробиологического анализа подтверждают интенсивное «цветение» воды и преобладание в фитоценозе синезеленых водорослей при условиях, что биомасса фитопланктона и/или синезеленых водорослей составляет 10,0–99,9 г/м³ (интенсивное «цветение») или более 100,0 г/м³ (гиперцветение). При этом синезеленые водоросли должны составлять в общей численности или биомассе 40% и более (Методы оценки..., 2014). Средние величины биомассы и численности в летний период 2016–2021 гг. равнялись в оз. Воже 6,8 г/м³ и 93,5 млн кл./л соответственно, в оз. Кубенском – 6,0 г/м³ и 73,8 млн кл./л, в оз. Белом – 13,9 г/м³ и 78,6 млн кл./л, в речной части водохранилища – 3,4 г/м³ и 11,3 млн кл./л. Во всех исследованных водоемах синезеленые водоросли составляли более 40% как по численности, так и по биомассе. Таким образом, об интенсивном «цветении» летом можно говорить только в оз. Белом, где биомасса водорослей несколько превышает нижнюю границу 10 г/м³. В Белом озере «цветение» воды наблюдается при втором пике повышения биомассы и численности фитопланктона в течение вегетационного сезона. В это время в структуре альгоценоза озера значительно увеличивается роль синезеленых водорослей. Одним из основных доминантов является потенциально токсичный *Aphanizomenon flos-aquae*, менее «агрессивный», чем *Microcystis*, уступающий по уровню доминирования. Данное явление в рамках мониторинга регистрируется сотрудниками «ВологодНИРО» в Шекснинском водохранилище в августе–сентябре (Макарёноква, 2018).

В водоемах Северо-Запада обнаружены около 20 токсигенных видов, которые относятся преимущественно к синезеленым водорослям. Эти виды способны продуцировать гепато-, нейро- и другие токсины (Белякова и др., 2006). Токсическое действие проявляется при разрушении клеток механическим путем и при их отмирании и разложении. Токсичность усиливается с увеличением возраста и плотности популяции. Токсигенные штаммы водорослей, как правило, морфологически неотличимы от нетоксигенных даже внутри одного вида (Румянцев и др., 2011). В крупных водоемах Вологодской области не было зафиксировано наличие альготоксинов в воде и проявления их воздействия на гидробионтов. «Цветение» воды опасно появлением в воде не только альготоксинов, но и других органических соединений, которые выделяются водорослями в процессе жизнедеятельности. При их разложении в придонных слоях воды образуются анаэробные зоны, где скапливается метан и сероводород, в илах могут выделяться меркаптаны, биогенные амины типа трупных ядов, аммиак (Методы оценки..., 2014). Формирующийся дефицит растворенного кислорода снижает устойчивость гидробионтов ко многим ядам, и при масштабном «цветении» случаются массовые заморы рыб. Локальные заморы отмечены в оз. Белом (Коновалов и др., 2021), когда виды наиболее чувствительные к концентрации растворенного кислорода в воде гибли на мелководных прибрежных участках водоема.

В крупных водоемах Вологодской области цианобактериальный комплекс определяет фитопланктон в значительной степени, особенно в летний период, создавая до 90% всего количества клеток водорослей. При условии существенного вклада цианобактерий в общую биомассу и численность фитопланктона исследуемых водоемов, только в оз. Белом ежегодно наблюдается активное «цветение» воды, которое ухудшает качество среды для других гидробионтов.

Работа выполнена в рамках Госзадания № 076-00002-21-01.

Список литературы

Белякова Р.Н., Волошко Л.Н., Гаврилова О.В., Гогорев Р.М., Макарова И.В., Околотков Ю.Б., Рундина Л.А. 2006. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 367 с.

Коновалов А.Ф., Макаренкова Н.Н., Борисов М.Я., Тропин Н.Ю., Игнашев А.А., Угрюмова Е.В. 2021. О заморах ерша обыкновенного *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) в озере Белое Вологодской области. VI международная конференция «Современное состояние водных биоресурсов». Новосибирск: НГАУ, 136–139.

Корнева Л.Г., Митропольская И.В., Макаренкова Н.Н., Цветков А.И. 2021. Структура и динамика фитопланктона больших мелководных зарастающих озер (Воже и Лача,

Вологодская и Архангельская области, Россия). Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН 94 (97): 17-29. DOI: 10.47021/0320-3557-2021-17-29

Макаренкова Н.Н. 2012. Изменение фитопланктона озера Воже как показатель его эвтрофирования. // XIX Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 153-155.

Макаренкова Н.Н. 2013. Современное состояние озера Белого (Вологодская область). II всероссийская (XVII) молодежная научная конференция «Молодежь и наука на Севере» (в 2-х томах). Том I. Биологические науки (XX Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы биологии и экологии»). Сыктывкар, 86 - 87.

Макаренкова 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.

Макаренкова Н.Н. 2021. Доминирующий комплекс фитопланктона в малых озерах бассейна оз. Воже по результатам исследований 2017-2020 гг. VI Всероссийская научно-практическая конференция «Исследования Русского Севера: Координаты времени. Итоги и перспективы». Вологда: ВОУНБ, 34-37.

Методы оценки токсического влияния фитоценозов планктона на формирование качества поверхностных вод суши. Р 52.24.809-2014.

Румянцев В.А., Крюков Л.Н., Поздняков Ш.Р., Жуковский А.В. 2011. Цианобактериальное «цветение» воды источник проблем природопользования и стимул инноваций в России. Общество. Среда. Развитие (Terra Humana) 2: 222-228.

Оценка качества поверхностных вод озера Большой и Малый Вилюй в 2021-2022 гг.

М.А. Походина

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский
E-mail: pohodina.ma@gmail.com

Аннотация. Изучение гидрохимического режима водоема является обязательным условием при мониторинге водных объектов. Гидрохимические показатели указывают на качество воды и динамику внутриводоемных процессов. В числе основных гидрохимических характеристик: кислородный режим, содержание биогенных элементов и органических веществ в воде.

Ключевые слова: озеро Вилюй, ВЛРЗ, гидрохимический режим, кислородный режим, биогенные элементы

Вилюйские озера расположены на юго-восточном побережье Камчатки и соединены с Авачинским заливом узкой протокой. Бассейн озера включает само озеро с впадающей в него р. Большой Вилюй протяженностью 23 км, оз. Малый Вилюй с впадающей в него рекой длиной около 15 км, озеро Пресное и ручей Сахарный. Площадь водной поверхности – 8,1 км², длина – 6,2 км, максимальная глубина – 6,4 м. На берегу северо-западной части озера расположен Вилюйский ЛРЗ. Этот район наиболее глубоководный, почти повсеместно до дна более 4 м. В юго-восточном направлении озера глубины уменьшаются до 1,5 м. Через протоку происходит двухсторонний водообмен между озером и морем. В среднем температура воды в озере в летний период изменяется от 11 до 17°C (Мешкова, 2006). По нашим данным в 2021 г. с июля по август температура колебалась от 19,0 до 26,7°C, а в 2022 г. с июня по август от 5,6 °C до 24,3°C. Озеро Большой Вилюй относится к водоему лиманного типа с сильной стратификацией вод по уровню солености. В отдельные годы соленость воды в поверхностных слоях может значительно повышаться (до 10-16%), вследствие смешивания воды верхних и глубинных горизонтов во время сильных штормов. По нашим данным соленость в 2021 г. на поверхности колебалась от 0 до 5‰, на глубине от 13 до 25‰. В 2022 г. на поверхности соленость составила 0‰, причем, распреснение поверхностных слоев наблюдалось до глубины 1,7 м, а на максимальных глубинах достигала 30‰.

Озеро ценно тем, что на его берегу располагается Вилюйский ЛРЗ (ВЛРЗ), который ориентирован на выращивание кижуча. Поэтому сегодня актуальным является вопрос об исследовании озера с целью установления изменения условий обитания и пригодности этой среды для кижуча, что может повлиять на его возврат в будущем.

Для отбора гидрохимических и гидробиологических проб были определены 5 станций в оз. Большой и Малый Вилюй включая поверхностные и глубинные реперные точки (табл. 1 и рис. 1).

Таблица 1. Перечень станций на озере Большой и Малый Вилюй

№ станции	Географические координаты
1 прибрежная (отбор бентосных проб и молоди) 1П	52°49'49.13"С.Ш. 158°31'30.49"В.Д.
2 прибрежная (кордон) 2П	52°49'47.30"С.Ш. 158°33'35.80"В.Д.
3 прибрежная (центр) 3П	52°48'49.60"С.Ш. 158°31'44.50"В.Д.
4 прибрежная (устье) 4П	52°47'43.30"С.Ш. 158°33'55.60"В.Д.
1 глубоководная (самая глубокая точка озера 5 м) 1Г	52°49'54.60"С.Ш. 158°31'54.60"В.Д.

2 глубоководная (кордон) 2Г	52°49'50.75"С.Ш. 158°33'22.08"В.Д.
3 глубоководная (центр 3,5 м) 3Г	52°49'38.00"С.Ш. 158°32'59.40"В.Д.
4 глубоководная (3м) 4Г	52°49'8.33"С.Ш. 158°32'42.08"В.Д.
5 глубоководная (малый Вилюй, поверхность) 5Г	52°47'45.80"С.Ш. 158°32'34.90"В.Д.

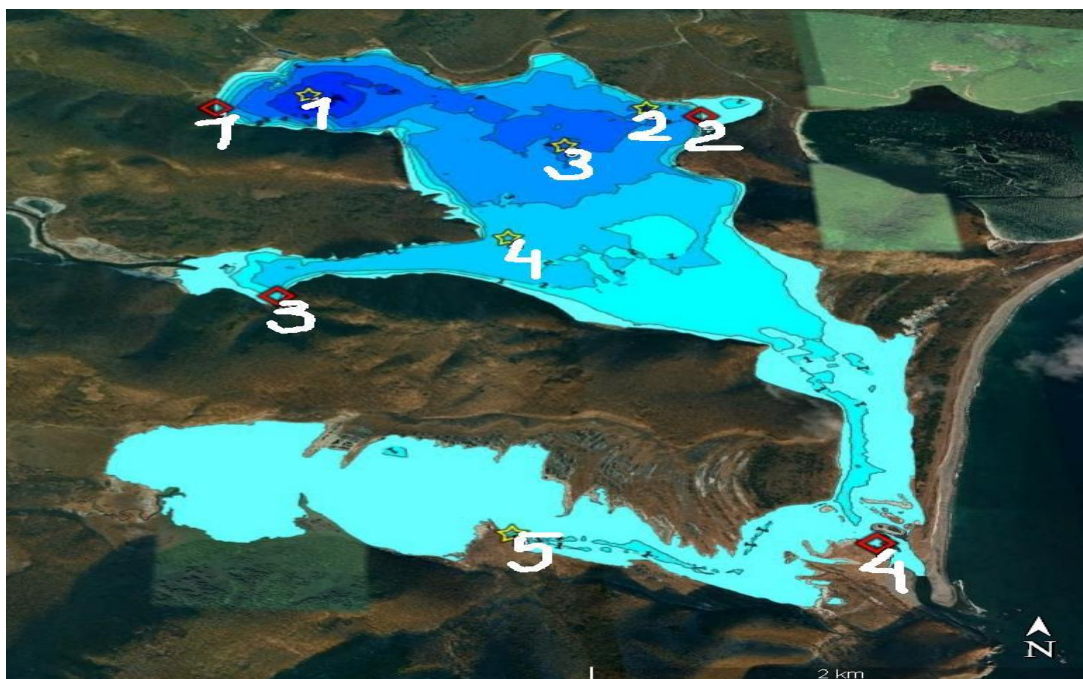


Рисунок 1. Станции отбора гидрохимических проб

Для определения современного экологического состояния оз. Большой и Малый Вилюй был проведен анализ на содержание биогенных элементов стандартными методами. Оценка состояния исследуемого водного объекта проводилась в сравнении с нормами предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного значения, поскольку озеро является местом нагула и нереста тихоокеанских лососей (Приказ Минсельхоза N 552, 2016 г.).

Для водоемов рыбохозяйственного значения концентрация растворенного в воде кислорода не должна быть ниже 7-8 мг/дм³. По нашим данным в сентябре 2021 г. в поверхностных водах озера содержание растворенного кислорода варьировало от 10,9 до 9,0 мг/дм³, а на глубинах более 3 метров этот показатель резко падал до 3,4 мг/дм³. В 2022 г. пробы отбирались регулярно 1-2 раза в месяц, в поверхностном слое среднее значение содержания кислорода составило 11,3 мг/дм³, в придонном горизонте – 9,9 мг/дм³. В первой половине июля на максимальной глубине 5 м (ст. 1Г) содержание кислорода составило 4,5 мг/дм³. В июле и августе помимо стандартных станций кислород отбирали с шагом 1 м на ст. 1Г и ст. 3г., а также у ВЛРЗ под матами из водорослей. Во всех пробах содержание кислорода было достаточным.

Для водоемов рыбохозяйственного значения концентрация БПК₅ должна быть не более 2,1 мг/дм³ (Приказ Минсельхоза N 552, 2016 г.). По нашим данным в 2021 г. показатель БПК₅ на поверхности варьировал от 1,1 мг/дм³ в устье оз. Большой Вилюй до 5,6 мг/дм³ в оз. Малый Вилюй, а в толще воды были зафиксированы самые высокие значения на уровне 1,8 ПДК, что может говорить о присутствии достаточно большого количества органических веществ. В 2022 г. в оз. Малый Вилюй показатели БПК₅ соответствовали норме, а на ст. 1Г достигали 1,3 ПДК, в среднем в толще воды по всем станциям 1,1 ПДК.

Взвешенные частицы влияют на проникновение в воду света, на состав растворенных компонентов поверхностных вод, губительно действуют на гидробионты. В процессе седиментации они оказываются на дне, но при малейших возмущениях переходят обратно в воду. В 2021 г. минимальные значения содержания взвешенных веществ наблюдались в

устье и в центре озера – 8,5 мг/дм³, эти значения были приняты нами как фоновые. Содержание взвешенных веществ в контрольном створе в соответствии с нормирующими документами не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,75 мг/дм³. Таким образом, содержание взвешенных веществ в воде Малого Вилюя составило 5,5 ПДК, а на станции 1 в Большом Вилюе – 14,5 ПДК. Содержание взвешенных веществ ожидаемо увеличивается с глубиной и достигает 40 ПДК. В 2022 г. содержание взвешенных веществ, в среднем, составило 7,7 ПДК, на станции 4Г и 4П содержание взвешенных веществ было выше среднего по акватории значения в разы, и составило 32,7 и 29,2 ПДК. Однако надо отметить, что в неглубоких озерах при ветровом перемешивании воды такое повышение концентрации взвешенных веществ является нормальным.

Одним из основных факторов обуславливающих качество воды является содержание биогенных веществ. В 2021 г. концентрация фосфат-ионов в озере Большой Вилюй изменялась в среднем по глубине в диапазоне от 0,03 мг/дм³ на поверхности до 0,06 мг/дм³ в придонном слое, причем содержание фосфатов ПДК не превышало. В 2022 г. на поверхности фосфаты в среднем по станциям составили 0,03 мг/дм³, а на глубине 0,08 мг/дм³.

Минеральный азот представлен в трёх формах: нитраты, нитриты и аммоний. Аммоний образуется при минерализации органических веществ, находящихся в воде и донных отложениях, а также в результате жизнедеятельности гидробионтов. Количество аммонийного азота в августе 2021 г. в оз. Б. Вилюй изменялось в пределах от 0,04 до 0,39 мг/дм³, близко подбираясь к значениям ПДК, но, не превышая их. В 2022 г. все время наблюдений концентрации аммонийного азота были превышены практически повсеместно (до 1,2 ПДК). Нитриты являются промежуточным и наиболее неустойчивым звеном в цикле соединений азота. Нитриты в 2021 и 2022 г. в поверхностном слое и на глубине присутствовали в следовых количествах. Нитраты являются конечным продуктом минерализации органических азотсодержащих веществ. В 2021 г. в структуре минерального азота преобладали окисленные формы (нитраты и нитриты) 86,4%, а восстановленные (аммоний) соответственно 13,6%, что говорит о том, что большая часть поступающей в воду органики окисляется содержащимся в ней кислородом. В 2022 г. окисленные формы достигли 95,5%. В оба исследуемые года соотношение минерального и органического азота было примерно одинаковым.

В 2021 г. количество железа стабильно превышает ПДК начиная с середины августа, достигая 1,4 ПДК в оз. Малый Вилюй. В среднем его содержание составило 0,14 мг/дм³. В 2022 г. содержание железа в среднем составило 0,16 мг/дм³. В 2021 г. концентрация кремния увеличивалась с глубиной, в поверхностном слое его содержание в среднем составило 2,2 мг/дм³, а на глубинном горизонте 2,7 мг/дм³, в 2022 г. наоборот, на поверхности содержание кремния составило 5,1 мг/дм³, а в глубинном горизонте 4,5 мг/дм³. В среднем концентрация этого биогенного элемента за год увеличилась в 2 раза.

Таким образом, вода в оз. Вилюй, показывает наибольшие превышения ПДК по железу, а также БПК₅ и аммонийному азоту, в связи с чем можно судить о большом количестве органических веществ в воде. В 2021 г. впервые озеро было исследовано на загрязнение нефтепродуктами, т.к. любители активного отдыха, контролирующие службы и работники завода передвигаются по водоему на моторных лодках и на автомобилях вдоль озера. Нефтепродукты обнаружены не были. Кислородный режим в озере в целом можно охарактеризовать как благоприятный.

Список литературы

Мешкова М.Г. 2006. Естественное и искусственное воспроизводство кижуча (*Oncorhynchus kisutch*) в озере Большой Вилюй (Камчатка). Автореф. дисс. канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 26 с.

Приказ от 13 декабря 2016 г. N 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. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 153 с.

Микробиологические показатели рыб южной Ладоги: сезонные и межгодовые изменения

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

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

Аннотация. Представлены результаты микробиологических исследований промысловых рыб южной части Ладожского озера – одной из наиболее значимых в формировании его ресурсного потенциала. Исследования проведены в период с сентября 2019 г. по август 2022 г. Показана сезонная и межгодовая динамика бактериальной контаминации рыб в условиях влияния природных и антропогенных факторов. Рассмотрена возможность использования данных микробиологической оценки водных биоресурсов для характеристики бактериального загрязнения среды их обитания.

Ключевые слова: Ладожское озеро, промысловые рыбы, микробиологическая оценка, природные факторы, антропогенная нагрузка

Введение. Экологическое состояние внутренних водоемов, как правило, определяется влиянием природных факторов и антропогенной нагрузкой, что характерно и для Ладожского озера. Водосбор Ладожского озера, его береговые территории и акватории отличаются высокой степенью экономического освоения, следствием которого является значительное антропогенное воздействие на водную экосистему. Южная мелководная часть Ладоги, испытывает наиболее интенсивную нагрузку. По данным Л.А. Кудерского (2009, 2013) указанный район имеет важное значение в формировании ресурсного потенциала водоема – здесь располагаются зоны нереста и нагула большого количества рыб, велико сосредоточение промысловых запасов. В связи с этим, представляется целесообразным проведение исследований, способствующих выявлению обстоятельств и условий, влияющих на состояние водных биоресурсов и среду их обитания в данной акватории.

Цель работы – микробиологическая оценка промысловых рыб южной части Ладожского озера в условиях влияния природных и антропогенных факторов.

Материалы и методика. Отбор ихтиологического материала осуществляли в период с сентября 2019 г. по август 2022 г. в рамках комплексных экспедиционных исследований в южной акватории Ладожского озера – в районах бухты Петрокрепость и Волховской губы. Объектами исследования являлись следующие виды промысловых рыб: густера, ерш, корюшка лещ, окунь, налим, плотва, ряпушка, сиг, судак, уклея, чехонь.

Микробиологическую оценку рыб проводили в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 по показателям безопасности: количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек (БГКП), *Staphylococcus aureus*, бактерии рода *Salmonella* и *Listeria monocytogenes*. Лабораторные исследования выполняли по стандартным методикам. Общее количество проб ихтиологического материала составило 1005 единиц.

Результаты и обсуждение. В период наблюдений микробная контаминация водных биоресурсов характеризовалась превышением нормативных значений санитарно-показательной группы – КМАФАнМ и БГКП, а также патогенных сальмонелл; условно-патогенный

S. aureus и патогенная *L. monocytogenes* не выделены (Таблица).

Таблица. Результаты микробиологических исследований проб ихтиологического материала (Ладожское озеро, 2019-2022 гг.)

Период исследования		Встречаемость проб, не соответствующих нормативу показателя, %		
год	сезон	КМАФАНМ	БГКП	<i>Salmonella</i>
2019	осень	100,0	–	16,7
2020	зима	40,9	–	13,6
	весна	100,0	50,0	–
	лето	48,0	12,0	–
	осень	65,0	–	10,0
2021	зима	60,0	–	–
	весна	60,0	24,0	–
	лето	100,0	12,0	–
	осень	–	–	–
2022	весна	80,8	26,9	–
	лето	100,0	69,2	–

Превышение численности санитарно-показательных микроорганизмов регистрировали у всех видов рыб за исключением сига, контаминацию сальмонеллами – у окуня и корюшки.

Несоответствие нормативам показателей отмечали: по КМАФАНМ – ежегодно, по БГКП – в 2020-2022 гг., по бактериям рода *Salmonella* – в 2019-2020 гг.

Наибольшая общая обсемененность рыб наблюдалась осенью 2019 г., весной 2020 г., и летом 2021 и 2022 гг. Максимальное загрязнение колиформными бактериями – весной 2020 г. и летом 2022 г. Контаминация сальмонеллами – осенью 2019 г., а также зимой и осенью 2020 г., положительным трендом являлось отсутствие патогена в период наблюдений 2021-2022 гг.

С учетом того факта, что основной причиной контаминации водных биоресурсов по общим оценкам (В.В. Карцев, 2000; Кодекс Алиментариус, 2007; Л.В. Ларцева, 2008) является бактериальное состояние среды их обитания, в вариабельности значений микробиологических показателей прослеживались как ожидаемые изменения, соотносящиеся с динамикой естественных внутриводоемных процессов, так и непрогнозируемые – определяемые антропогенной нагрузкой на акватории.

Несоответствие рыб нормативу КМАФАНМ, вероятно, было вызвано повышенной общей обсемененностью вод, обусловленной характерными по данным Л.Л. Капустиной (2013) сезонными пиками обилия микроорганизмов в ранневесенний и в летне-осенний периоды, а также не зависящим от сезонности реактивным ростом численности аборигенных микробных популяций в ответ на поступление извне лабильной органики или бактериального загрязнения. Одной из причин высокой концентрации сапрофитных микроорганизмов, возможно, являлось также влияние терригенного стока – определяемого в южной акватории расположением устьевых зон рек Волхов, Сясь, Назия, и возможным распространением речных вод в акватории. Наличие БГКП указывало на фекальную контаминацию и, видимо, было связано с поступлением в водоем недостаточно очищенных коммунально-бытовых сточных вод, поверхностных стоков, сельскохозяйственных органических субстратов. Определяющими в контаминации сальмонеллами, как правило, являются несоблюдение режимов санитарной охраны водозаборов, сбросы недостаточно обеззараженных сточных вод.

По данным С.А. Кондратьева и Ш.Р. Позднякова (2013) природные внутриводоемные процессы в значительно меньшей степени, чем внешняя нагрузка, воздействуют на качество вод Ладожского озера.

Заключение. Результаты, полученные в 2019-2022 гг., характеризовали исследованные объекты рыболовства по микробиологическим показателям, позволяющим оценить безопасность биоресурсов на соответствие установленным требованиям и косвенно указывающим на бактериальное состояние водной среды.

При проведении исследований были отмечены как сезонная динамика определяемых показателей, так и их межгодовые изменения. Осень 2019 г., весна 2020 г., а также лето 2021 и 2022 гг. характеризовались превышением норматива КМАФАнМ в 100 % исследованных проб. БГКП встречались в микрофлоре рыб в весенне-летний период – в 2020-2022 гг. Также за период исследований наблюдалось снижение обсемененности бактериями рода *Salmonella*.

Южная часть Ладоги относится к наиболее продуктивным районам водоема с максимальным промысловым скоплением рыб, что определяет необходимость детекции факторов, влияющих на состояние биоресурсов и среду их обитания, включая динамику и тенденции бактериальных процессов. Результаты исследования могут использоваться для оценки степени микробной контаминации рыбного сырья, как фактора риска для потребителя продукции на их основе, а также бактериального загрязнения акваторий при проведении рыбохозяйственного и экологического мониторинга.

Список литературы

Карцев В.В., Белова Л.В., Иванов В.П. 2000. Санитарная микробиология пищевых продуктов. СПб: СПбГМА им. И.И. Мечникова, 312 с.

Капустина Л.Л. 2013. Бактериопланктон Ладожского озера. Под ред. В.А. Румянцева, С.А. Кондратьева. Ладога. СПб: изд-во «Нестор-История», 289–298.

Кодекс Алиментариус. Нормы и правила относительно рыбы и рыбопродуктов. 2007. Пер. с англ. М.: изд-во «Весь Мир», 156 с.

Кондратьев С.А., Поздняков Ш.Р. 2013. Озеро как источник водных ресурсов. Под ред. В.А. Румянцева, С.А. Кондратьева. Ладога. СПб: изд-во «Нестор-История», 394–397.

Кудерский Л.А. 2009. Состав и промысловое значение рыбного населения Ладожского озера. Сборник научных трудов ГосНИОРХ 334:138–212.

Кудерский Л.А. 2013. Биоресурсы и рыболовство. Под ред. В.А. Румянцева, С.А. Кондратьева. Ладога. СПб: изд-во «Нестор-История», 397–412.

Ларцева Л.В., Обухова О.В., Лисицкая И.А. 2008. Микрофлора рыб и других гидробионтов. Астрахань: ИД «Астраханский университет», 108 с.

СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2001-11-14. 2002. М.: изд-во «ИнтерСЭН», 168 с.

Влияние диспергированных полимерных материалов на жизненные показатели пресноводных ракообразных *Daphnia magna*

А.Н. Рак, Д.М. Гершкович

МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

E-mail: rakannabio@ya.ru

Аннотация. В статье представлены результаты серии хронических экспериментов, целью которых была оценка эффекта воздействия частиц полимерных материалов на пресноводных ракообразных.

Ключевые слова: биотестирование, микропластик, *Daphnia magna* Straus.

В связи с растущим использованием и долговечностью, пластмассы повсеместно встречаются в окружающей среде. Зоопланктон – важный источник пищи для более крупных организмов, среди которых важно отметить промысловых рыб и китообразных, таким образом микропластик (МП) перемещается на более высокие трофические уровни и накапливается по всей пищевой цепи. Небольшой размер МП, сравнимый с естественными пищевыми частицами, употребляемыми в пищу водными организмами, в сочетании с повсеместным присутствием МП в водных объектах, повышает вероятность их случайного проглатывания (Steer et al., 2017). Проглатывание частиц зоопланктоном может иметь целый ряд неблагоприятных последствий для биологических процессов.

Для оценки влияния МП на жизненные функции тест-объектов чаще используются промышленные образцы МП, производящиеся в микроразмерах для непосредственного использования. В тоже время сообщается, что в окружающей среде содержится значительно больше частиц МП, образованных из макроизделий под влиянием факторов окружающей среды (Potthoff et al., 2016). Частицы МП, обнаруживаемые в окружающей среде различаются по форме, размерам и составу, что вызывает эффекты отличные от действия сферических образцов полимеров. Так Огоновский и др. (2016) в своей работе отмечают значительную разницу в уровне потенциальной токсичности между сферическими первичными образцами МП и фрагментами вторичного МП. Выживаемость *D. magna* при воздействии вторичных МП оказывается достоверно ниже, чем при воздействии сферических первичных МП (An et al., 2021).

Полимерные волокна были получены из отобранных образцов пластикового мусора супралиторали Баренцева моря в августе 2020 года. В работе были использованы следующие образцы: HDPE (High Density Polyethylene) – полиэтилен низкого давления, белого и красного цвета (пищевая ёмкость); EPS (Expanded Polystyrene) – вспененный полистирол (упаковочный материал); PU – пенополиуретан (монтажная пена).

Микропластик был получен из макро-образцов с использованием абразива и сита из нержавеющей стали с размером ячеек 300 мкм, затем частицы были отделены от остатков абразивного материала методом плотностной сепарации в дистиллированной воде и высушены. В качестве контрольных образцов для установления зависимости действия полимеров, подверженных биологическим и химическим воздействиям окружающей среды, были использованы интактные образцы соответствующих материалов. Также в работе использовались образцы золы EPS и смеси полимеров, отобранных на супралиторали.

В качестве тест-объектов были выбраны пресноводные ракообразные *Daphnia magna* Straus. *D. magna* является неселективным фильтратором, поэтому может быть более подвержена поглощению микропластика, чем организмы с другими типами питания. Оценивали влияние на выживаемость, плодовитость, линейные размеры и трофическую активность (ТА) дафний (Конюхов и др., 2018).

Целью опыта по оценке действия на культуру *D. magna* образцов контактного и интактного EPS при концентрации частиц 100 мг/л было установление различий в эффектах, вызываемых этими видами МП. Результаты этого опыта представлены в табл. 1. Особое внимание уделяли изменению выживаемости ракообразных. Огоновский (Ogonowski et al., 2016) в своей работе предполагает, что при высоких концентрациях в среде вторичных МП, они подвергаются агрегации чаще, чем первичные, что приводит к нарушению питания и в крайнем случае – к гибели дафний. Это объясняет, почему при высокой концентрации 100 мг/л выживаемость снижается в группе, на которую влияет контактный образец EPS.

Статистически значимые отклонения от контроля выявлены в линейных размерах особей на 21-е сутки в группе EPS интактный и в средней плодовитости в группе EPS контактный. Можно предположить, что снижение линейных размеров связано с ограничением питания из-за присутствия в среде частиц МП. С другой стороны, размер частиц интактного EPS близок с размерами привычных пищевых объектов дафний, что может способствовать поглощению этих частиц, не являющихся питательными. В своей работе Rist (Rist et al., 2017) отмечает, что частицы МП не всегда покидают кишечник дафний.

Таблица 1. Биологические показатели *D. magna* в средах с содержанием EPS интактного и контактного (100 мг/л)

Показатель	Контроль	EPS интактный (р-р частиц 18,9 ±12,6 мкм)	EPS контактный (р-р частиц 130,2 ±35,9 мкм)
Средний линейный размер на 7-е сутки, мм	<u>1,91±0,08</u> – –	<u>1,85±0,16</u> 97 0,7 < <u>2,3</u>	<u>1,90±0,09</u> 99 0,1 < <u>2,3</u>
Средний линейный размер на 21-е сутки, мм	<u>3,72±0,10</u> – –	<u>3,61±0,11</u> 97 2,5 > <u>2,3</u>	<u>3,66±0,21</u> 98 1,2 < <u>2,3</u>
Средняя плодовитость, особей/самка	<u>32,05±3,08</u> – –	<u>34,30±5,55</u> 107 0,4 < <u>2,6</u>	<u>46,93±12,30</u> 146 2,7 > <u>2,6</u>

Примечание. Над чертой – среднее ±SD, под чертой – % от контроля; **полужирным** выделены статистически значимые отличия; курсивом подчеркнутым выделены значения *q* критич. для критерия Даннета.

Результаты опыта по оценке параметров культуры на фоне действия различных типов полимеров представлены в таблице 2. Целью опыта было выявить возможные различия в действии МП различного состава и происхождения. В результате наблюдалась гибель группы, находившейся в среде с интактным образцом PU. Данный эффект объясняется, скорее всего, составом монтажной пены, включающем изоцианат.

При исследовании трофической активности результаты оказались схожи с данными, полученными Ogonowski (2016), в своей работе он отмечает увеличение ТА дафний на 29% по сравнению с контролем при воздействии на них частиц полиэтилена. В своём опыте мы получили достоверно значимые отличия от контроля в группах с контактным PU (увеличение на 79%) и красными частицами HDPE (увеличение на 39%). Для группы, испытывающей влияние золы смеси пластиков показатель ТА был снижен на 51%. Следовательно, частицы МП влияют на ТА, но этот эффект при длительном наблюдении не влечет за собой изменения плодовитости и роста.

Таблица 2. Биологические показатели *D. magna* в средах с содержанием различных типов МП и зола (50 мг/л)

Показатель	Конт роль	PU инт.	PU конт.	PU зола	HDPE	HDPE красный	зола смеси
Размер частиц, мкм±SD	–	421 ±207	119 ±49	159 ±131	421 ±223	338 ±137	264 ±73
Выживаемость за 21 сутки, %	95	0	95	100	95	95	100
Средняя суммарная плодовитость, особей на одну самку	19,23 ±2,01 – –	–	21,38 ±0,39 111 0,9<2,8	18,70 ±3,96 97 0,2<2,8	24,7 ±1,30 128 2,3<2,8	22,51 ±6,07 117 1,4<2,8	23,60 ±2,97 123 1,8<2,8
Средний линейный размер на 7-е сутки, мм	2,37 ±0,19 – –	2,24 ±0,14 95 1,6<2,6	2,57 ±0,10 108 2,5<2,6	2,46 ±0,51 103 1,1<2,7	2,44 ±0,24 103 0,9<2,6	2,52 ±0,15 106 1,9<2,6	2,29 ±0,16 97 1,0<2,6
Средний линейный размер на 21-е сутки, мм	3,24 ±0,04 – –	–	3,25 ±0,11 100 0,3<2,6	3,19 ±0,06 98 1,7<2,6	3,32 ±0,11 102 2,6>2,5	3,28 ±0,14 101 1,3<2,5	3,26 ±0,09 101 0,7<2,5
Трофическая активность, мл/дафния*час	1,56 ±0,1 – –	1,87 ±0,36 120 1,7<2,8	2,69 ±0,23 172 6>2,8	1,14 ±0,23 73 2,1<2,7	1,54 ±0,35 99 0,1<2,7	2,17 ±0,15 139 3,3>2,8	0,76 ±0,26 49 3,9>2,8

*Примечание. Над чертой – среднее ±SD, под чертой – % от контроля; **полужирным** выделены статистически значимые отличия; курсивом подчеркнутым выделены значения *q* критич. для критерия Даннета.

Список литературы

- Конюхов И.В., Воробьева О.В. 2018. Флуориметр с импульсной модуляцией интенсивности возбуждающего света для оценки функционального состояния фитопланктона по параметрам флуоресценции хлорофилла. Процессы в геосредах. №17, с. 64-65.
- An D., Na J., Song J., & Jung J. 2021. Size-dependent chronic toxicity of fragmented polyethylene microplastics to *Daphnia magna*. Chemosphere. Vol. 271, 129591. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.129591.
- Ogonowski M., Schür C., Jarsén Å., & Gorokhova E. 2016. The Effects of Natural and Anthropogenic Microparticles on Individual Fitness in *Daphnia magna*. PLOS ONE. Vol. 11(5), e0155063. DOI: 10.1371/journal.pone.0155063.
- Potthoff A., Oelschlägel K., Schmitt-Jansen M., Rummel C.D., & Kühnel D. 2017. From the sea to the laboratory: Characterization of microplastic as prerequisite for the assessment of ecotoxicological impact. Integrated Environmental Assessment and Management. Vol. 13(3). P. 500–504. DOI: 10.1002/ieam.1902.
- Rist S., Baun A., & Hartmann N.B. 2017. Ingestion of micro- and nanoplastics in *Daphnia magna* – Quantification of body burdens and assessment of feeding rates and reproduction. Environmental Pollution. Vol. 228. P. 398–407. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.05.048.
- Steer, M., Cole, M., Thompson, R.C., Lindeque, P.K. 2017. Microplastic ingestion in fish larvae in the western English Channel. Environ. Pollut. Vol. 226. P. 250-259. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.03.062.

Донные отложения, как информативный показатель качества вод Авачинской бухты

В.А. Русанова, М.А. Походина

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» «КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский
E-mail: rus-v06@yandex.ru

Аннотация: Определение содержание нефтепродуктов в донных отложениях в рамках экологического мониторинга состояния Авачинской бухты.

Ключевые слова: Авачинская губа, нефтепродукты, загрязнения, донные отложения.

Авачинская губа (Авачинская бухта) — вторая по величине гавань мира. Расположена на восточном побережье полуострова Камчатка и представляет собой полузамкнутый залив.

Основными источниками загрязнения губы нефтепродуктами является морской торговый и рыбный порты, так же неконтролируемый сброс неочищенных сточных вод, отходов производства том числе принадлежащих частям ВМФ, а также аварийные ситуации, связанные с разливом нефтепродуктов, которые способствуют аккумуляции углеводородов в донных отложениях.

В 2013 г. специалисты КамчатНИРО начали комплексный экологический мониторинг Авачинской губы и ведут его по настоящее время. Одна из целей этих исследований — изучение условий среды обитания гидробионтов.

Районом работ являлась акватория Авачинской губы (Петропавловск-Командорская подзона) (Рисунок).

Гидрохимические и гидробиологические работы (донные траления и отбор бентоса) на акватории Авачинской губы выполняются ежегодно с апреля по октябрь в режиме рутинных съемок по стандартной сетке, состоящей из 10 станций (Рисунок).

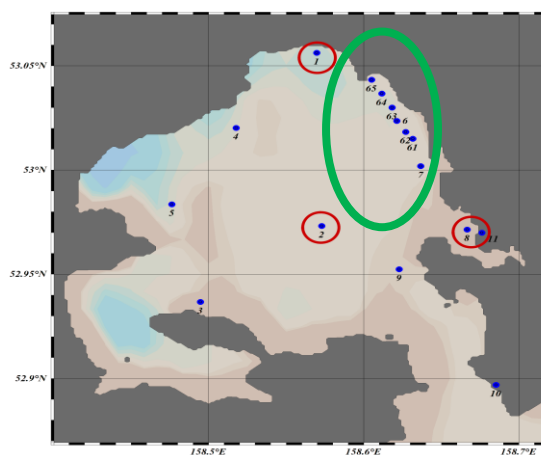


Рисунок. Схема станций в период проведения эколого-рыбохозяйственного мониторинга Авачинской губы в 2022 г. (красным выделены станции, где проводился отбор проб донных отложений, зеленым — отбор проб воды на нефтепродукты)

С целью дополнения картины экологического мониторинга впервые в апреле 2022 года были проведены исследования донных отложений (ДО), в связи с частыми разливами нефти в акватории.

В начале мая 2022 г. произошел разлив нефтепродуктов в Авачинской бухте. После ликвидации аварийного разлива нефтяное пятно шириной 150 см и длиной около 500 м прибило к берегу в главной прогулочной зоне камчатской столицы, буквально в нескольких сотнях метров от здания правительства Камчатского края. Через 10 дней сотрудниками ВНИРО «КамчатНИРО» был произведен отбор проб на нефтепродукты с поверхности Авачинской губы в зоне разлива станций № 6–7. (рис. 1)

Специалистами 22 мая 2022 года из Авачинской губы было отобрано 7 проб морской воды на нефтепродукты и 4 пробы грунта. Пробы воды обработали в соответствии с установленной в лаборатории методикой (ЦВ 1.12.52-2002, 2003). Пробы почвы были отобраны в апреле и в мае на станциях № 1 (бухта Моховая) и № 8 (бухта Раковая). Для определения фонового содержания нефтепродуктов в донных отложениях была выбрана станция № 2 (центр), на которой концентрация углеводородов не превышала 0,80 мг/кг. Отбор проб и обработку проводили в соответствии с методическими указаниями по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях (Методические указания...,1979). Пробы дважды экстрагировали ацетоном и трижды метиленхлоридом, центрифугировали и объединили экстракты для дальнейшего анализа. Объединенный экстракт сушили сульфатом натрия и отфильтровали на стеклянном фильтре Шотта в колбу, в которой упаривали пробу до объема ~1 мл, и очищали от полярных примесей на короткой колонке с окисью алюминия, элюируя четыреххлористым углеродом. Весь элюат собрали в стеклянный бюкс и выпарили досуха в токе воздуха. Затем остаток распустили в 1 мл гексана и провели хроматографическое исследование пробы при помощи газо-жидкостного хроматографа Agilent (ЦВ 1.12.52-2002, 2003).

В результате проведенных исследований обнаружено, что на станции №1 (Рисунок) в апреле и мае наблюдалась высокая концентрация нефтепродуктов в донных отложениях. В апреле измеренное содержание нефтепродуктов в ДО составило 188,5 мг/кг, в мае — 184,1 мг/кг. В районе бухты Раковая на станции №8 содержание нефтепродуктов ДО в исследуемый период в целом изменялось от 146,7 мг/кг в апреле до 134,9 мг/кг в мае.

Для донных осадков предельно допустимые концентрации содержания нефтепродуктов в России не нормируются. В связи с этим, оценку загрязненности донных отложений в Авачинской губе проводили основываясь на нормативы разработанные в рамках российско-голландского сотрудничества (Нормы и критерии...,1996), содержащие четыре класса загрязненности: слабозагрязненные, умеренно загрязненные, сильнозагрязненные и опасно загрязненные.

Если концентрация нефтепродуктов ниже целевого уровня (180 мг/дм³), то донные отложения считаются чистыми. Если концентрации нефтепродуктов находятся между целевым и предельным уровнями (от 180 до 1000 мг/дм³), то донные отложения принадлежат классу 1 и считаются слабозагрязненными.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) нефтепродуктов, установленная для водоемов рыбохозяйственного водопользования первой категории, к которым отнесена Авачинская губа, составляет 0,05 мг/дм³ (приказ министерства сельского хозяйства от 13.12.2016 № 552))

В результате проведенных исследований на содержание нефтепродуктов в морской воде получили результаты, представленные в таблице .

Таблица. Содержание нефтепродуктов в Авачинской губе в апреле и мае 2022 г.

Станции	Нефтепродукты в воде, мг/л	Превышение ПДК, раз
6	1,9	38
6.1	1,6	32
6.2	1,6	32
6.3	1,7	34
6.4	1,4	28
6.5	1,3	26
8	1,1	22

Исходя из таблицы, акватория Авачинской бухты сильно загрязнена, что находит подтверждение и в научных трудах Березовской В.А. (Березовская, 1999) автор проводила исследования в том же районе в 80-х и начало 90-х гг. где концентрации варьировались от 0,45–0,70 мг/л (9–14 ПДК) на поверхности Авачинской губы и максимальные значения достигали 4,1 мг/л (82 ПДК), а в некоторые годы и 8,8 мг/л (176 ПДК), это говорит о том, что содержание нефтепродуктов в губе продолжает оставаться достаточно высоким и относительно стабильным.

Впервые были получены данные по содержанию нефтепродуктов в донных отложениях в Авачинской губе.

Средняя концентрация нефтепродуктов на поверхности в районе разлива составила в среднем 1,5 мг/л (чуть более 30 ПДК), изменяясь от 1,1 до 1,9 мг/л.

Концентрация нефтепродуктов в донных отложениях, согласно нормам и критериям оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга (Нормы и критерии...,1996) превышает целевой уровень вмешательства 180 мг/кг на станции №1, что соответствует классификации загрязнения 1 класс — слабозагрязненные донные отложения. На станции № 8, в бухте Раковая концентрация углеводородов соответствует классификации загрязнения — чистые донные отложения.

Список литературы

Березовская В.А. 1999. Авачинская губа: гидрохимический режим, антропогенное воздействие / В.А. Березовская; Камч. гос. акад. рыбопромыслового флота. – Петропавловск-Камчатский: КГАРФ, 158 с.

Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях под редакцией С.Г. Орадовского, М. – океанографический институт (ГОИН), 1979. – 39с.

Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга // Региональный норматив, разработанный в рамках российско-голландского сотрудничества по программе RSO 95/RF/3/1.СПб.,1996. – 20 с.

Российская Федерация. Приказ. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Минсельхоз России от 13 декабря 2016 года № 552: [Зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 13 января 2017 года, регистрационный N 45203]. – Москва, 2017 – 91 с.

ЦВ 1.12.52-2002 «А» ФР.1.31.2004.01041 Качество воды. Методика выполнения измерений содержания нефтепродуктов. Метод газовой хроматографии. – с.19

Влияние пробиотического препарата «Экофлор» на биохимические показатели крови рыб

Ю.А. Сергина, А.Д. Жандалгарова, Ю.В. Сергеева, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», г. Астрахань
E-mail: 0954632@bk.ru

Аннотация. В настоящее время в целях профилактики и лечения большого количества патологических состояний, обусловленных нарушением эндоекологии, нашли широкое применение препараты на основе энтеросорбентов, способствующие очищению организма от вредной и патогенной флоры. Однако использование комплексных пробиотических препаратов, иммобилизованных на энтеросорбентах, обладающих повышенной эффективностью сорбции и десорбции бактерий-эубиотиков, позволяет увеличить скорость накопления биомассы, а также стабилизировать все протекающие в организме процессы. Жизнедеятельность организма во многом осуществляется за счет крови и ее форменных элементов, от нее зависит транспортировка не только питательных веществ и кислорода между органами, но и выведение продуктов метаболизма, тяжелых металлов и прочего. Именно поэтому одними из основных показателей оценки физиологического состояния выращиваемых рыбных объектов является изучение состава крови, отражающую влияние множества факторов, в том числе кормления, возраста, пола объекта и условий содержания. В процессе экспериментальной деятельности было установлено, что введение пробиотического препарата, иммобилизованного на энтеросорбенте «Экофлор» в дозировке 4 г/кг комбикорма, способствует улучшению гематологических показателей исследуемых особей красной тилапии. При регулярном использовании разработанных комбикормов будет достигаться улучшение физиологического состояния рыб и повышение защитных свойств иммунной системы.

Ключевые слова: красная тилапия, Экофлор, гематологические показатели, кормление, пробиотик, энтеросорбент

Одним из актуальных направлений развития рыбной промышленности является выращивание высокопродуктивных видов рыб. Значительный интерес в данном направлении концентрируется на семействе цихловых (Cichlidae). Их выращивание способствует повышению экономической эффективности в рыбоводстве. Именно тропический представитель цихловых рыб – тилапия является одним из традиционных объектов разведения в аквакультуре более чем 120 стран. Это объясняется легкостью разведения и ценными пищевыми свойствами данного вида (Александрова и др., 2018).

Материалы и методы исследования. Целью работы явилось изучение воздействия пробиотического препарата на энтеросорбенте «Экофлор» на биохимические показатели крови цихловых рыб. Объектом исследования была разновозрастная красная тилапия (гибрид *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*). Исследования проводили в Инновационном центре «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры» ФГБОУ ВО «АГТУ» в 2022 году. Длительность исследования составила 30 календарных дней.

Во время экспериментальной деятельности рыбу содержали в стеклянных аквариумах объемом 400 литров. Содержание кислорода, значение рН и температуру воды измеряли регулярно 3 раза в сутки. На протяжении эксперимента значение рН варьировало между 7-7,8 единицами, температура воды в аквариумах 27-29°C. Для проведения исследований использовали пробиотический препарат, иммобилизованный на энтеросорбенте «Экофлор». Выбранный пробиотический препарат-консорциум иммобилизован на углеродоминеральном сорбенте СУМС-1 концентратом природных штаммов лакто- и бифидобактерий (Сергина и др., 2021).

Кормление красной тиляпии в контрольном варианте осуществляли изготовленным комбикормом, в опытных вариантах в комбикорм вводили препарат «Экофлор в дозировке 2, 4 и 6 г/кг.

В течение всего эксперимента суточную норму кормления рассчитывали, опираясь на данные о массе тела рыб и температуре воды в бассейнах, в соответствии с общепринятой технологией выращивания (Пономарев и др., 2002).

Отбор крови осуществлялся у голодной рыбы из хвостовой вены. Тиляпию предварительно выдержали в хорошо аэрированной воде в течении 5-10 минут.

Результаты исследования. Стоит отметить, что до начала эксперимента у всех рыб изучаемые параметры крови были в пределах нормы (табл. 1).

Таблица 1. Гематологические показатели крови красной тиляпии до начала эксперимента

Показатель	Контрольный вариант	Опытный вариант 1 (дозировка «Экофлор» 2 г/кг)	Опытный вариант 2 (дозировка «Экофлор» 4 г/кг)	Опытный вариант 3 (дозировка «Экофлор» 6 г/кг)
Гемоглобин, г/л	60,0±8,0	62,85±0,25	62,5±10,2	63,2±9,3
Общий белок г/л	28,35±0,4	31,35±0,9	27,64±0,9	38,25±0,3
Холестерин, ммоль/л	2,4±0,9	3,84 ±0,14	3,77±0,3	4,15±0,2
В – липо протеиды, г/л	1,33±0,2	1,43±1,1	1,15±0,2	1,31±0,1
СОЭ, мм/ч	2,5±0,3	2,15±0,15	2,25±0,3	2,0±0,5
Глюкоза, ммоль/л	2,5±0,8	1,65±0,75	1,95±0,4	2,24±0,2

Полученные в ходе экспериментальной деятельности данные и их анализ свидетельствуют о положительном воздействии препарата «Экофлор» на физиологическое состояние красной тиляпии, в том числе на ее гематологические показатели.

В ходе эксперимента было установлено, что рыба, которую кормили комбикормом с добавлением препарата «Экофлор» в дозировке 4 грамма на килограмм комбикорма обладала наибольшим приростом уровня гемоглобина (5,8 грамма). Это свидетельствует о том, что гемоглобин, распространяя молекулы кислорода по всему организму рыбы, способствует нормализации процессов жизнедеятельности, а также предотвращает риск возникновения инфекций и проблем с усвояемостью пищи (табл. 2).

Таблица 2. Гематологические показатели крови красной тиляпии после завершения эксперимента

Показатель	Контрольный вариант	Опытный вариант 1 (дозировка «Экофлор» 2 г/кг)	Опытный вариант 2 (дозировка «Экофлор» 4 г/кг)	Опытный вариант 3 (дозировка «Экофлор» 6 г/кг)
Гемоглобин, г/л	65,0±2,1	66,0±2,9	68,3±1,2	68,9±1,5
Общий белок г/л	30,5±2,5	27,4±1,2	32,2±1,8	37,7±4,3
Холестерин, ммоль/л	2,8±0,3	2,5 ±0,2	2,9±0,2	3,0±0,2
В – липо протеиды, г/л	2,6±0,2	2,8±0,63	2,7±0,1	2,9±0,1
СОЭ, мм/ч	3,3±0,6	3,8±1,04	3,2±0,4	2,2±0,4
Глюкоза, ммоль/л	2,7±0,1	2,3±0,2	3,0±0,2	2,8±0,4

Согласно полученным данным, присутствие в комбикормах пробиотического препарата, иммобилизованного на энтеросорбенте оказало заметное влияние на гематологические показатели во всех опытных группах.

Одним из не менее важных показателей, демонстрирующих влияние питания на жизнедеятельность организма, является содержание в крови общего количества белка. Именно он регулирует среднесуточный прирост массы. Во второй опытной группе содержание общего количества белка достигло максимального значения среди четырех групп.

Скорость оседания эритроцитов крови, исследуемой красной тиляпии не выходило за пределы нормы во всех опытных группах, что свидетельствовало о средней вязкости крови, отсутствии воспалительных процессов и инфекций.

Уровень глюкозы в крови исследуемой тиляпии свидетельствует о сформированной стрессоустойчивости. Благодаря улучшению метаболизма и обменных процессов глюкоза в крови второй опытной группы значительно повысилась, но не превысила пределы нормы.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что введение в комбикорма для цихловых рыб пробиотического препарата, иммобилизованного на энтеросорбенте, «Экофлор» является необходимым в настоящее время. Оптимальная дозировка введения препарата в комбикорма составляет 4 грамма на килограмм комбикорма. Данная дозировка способствует улучшению гематологических показателей красной тиляпии, что в свою очередь стабилизирует процессы жизнедеятельности.

Список литературы

Александрова У.С., Ковалева А.В., Матишов К.Д. 2018. Выращивание нетрадиционных объектов аквакультуры в условиях установок с замкнутым водоиспользованием. Наука Юга России, 14(4). Ростов-на-Дону: «НАУКА», С. 74–81.

Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. 2002. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. Астрахань: Нова плюс, 2002. 264 с.

Сергина Ю.А., Жандалгарова А.Д., Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н., Сергеева Ю.В. 2021. Применение кормов с сорбирующими свойствами при выращивании объектов аквакультуры. Национальной научно-практической конференции с международным участием в рамках Международного научного форума «Каспий 2021: пути устойчивого развития» (Астрахань, 2021): материалы (тез. докл., сб. ст.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2021.

Определение качества вод разнотипных озер Якутии по биотическим индексам

Л.И. Сидорова

Якутский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Якутск

E-mail: kuzmina_lena_in@inbox.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследования зоопланктона и зообентоса разнотипных озер и участка среднего течения р. Лена. По биотическим индексам проанализировано экологическое состояние водных объектов. Исследования показали, что основным фактором, влияющим на биотические показатели зоопланктона и зообентоса являются абиотические (прогрев воды, скорости движения воды, характер грунта) и биотические (выедаемость хищными формами) факторы. Уровень трофности исследованных водоемов выражается в снижении видового разнообразия, доминировании неполовозрелых копеподов и низкой доле чувствительных к загрязнению коловраток, обилии личинок хирономид и отсутствию (или слабом развитии) личинок поденок и веснянок, доминировании брюхоногих моллюсков и отсутствию двустворчатых моллюсков-фильтраторов.

Ключевые слова: зоопланктон, зообентос, экология, сапробность

Введение. Зоопланктон и зообентос, как важные составные части водных экосистем, участвуют не только в процессах очистки воды, но и являются основными трофическими звеньями в пищевых сетях гидробионтов. Являясь индикаторами экологического состояния водоемов, они позволяют выявить степень воздействия антропогенных факторов, что позволит выделить критерии экологической типизации водоемов в условиях резко-континентального климата в районе вечной мерзлоты. Целью исследования является оценка экологического состояния разнотипных водоемов по показателям зоопланктона и зообентоса.

Методы исследования. Исследования были проведены на шести термокарстовых, трех старичных и одном тукулановом озерах, расположенных на территории г. Якутск, Центральной и Арктической Якутии и участок среднего течения р. Лена (рис. 1).

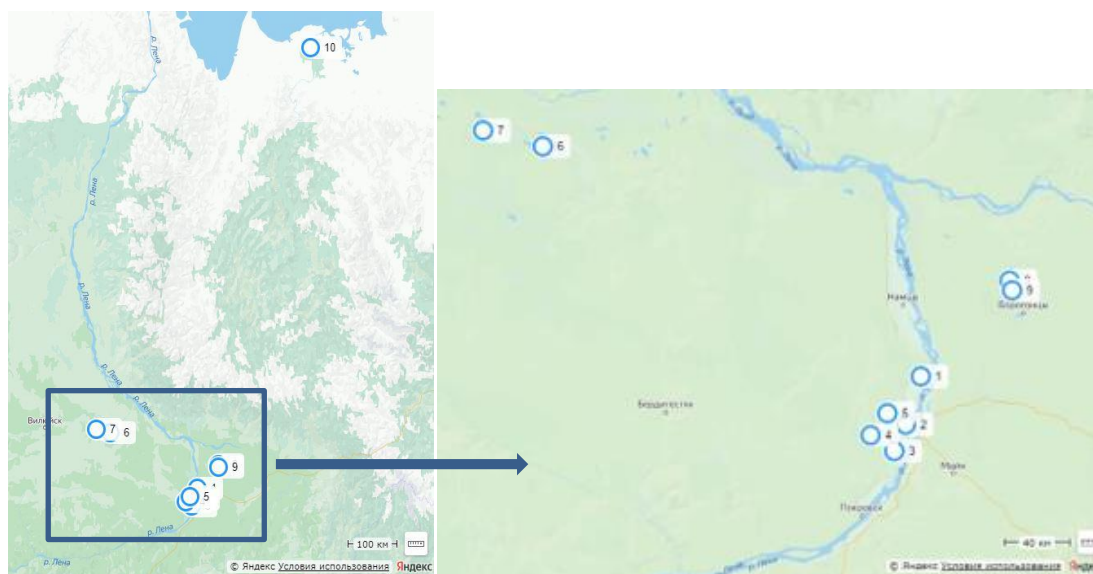


Рисунок 1. Карты расположения исследованных озер Якутии:

1– Усун-Эбэ (уэ), 2 – Синньигэс (си), 3 – Теплое (т), 4 – Сугун (су), 5 – Туой (ту), 6 – Ниджили (ни), 7– Бырангатталаах куэль (бк), 8 – Таргылдыма (тар), 9 – Онер Эбэ (оэ), 10 – Быранатталаах (бы) и станций отбора проб на реке Лена

Пробы зоопланктона отбирались на количественный и качественный состав процеживанием 50-200 л в воды через сеть Апштейна (газ № 64-77), а так же с использованием сети Джеди, с последующей фиксацией 75% раствором спирта. Обработка проб проводилась по общепринятым методикам (Абакумов, 1983; Киселев, 1956; Методические..., 1982).

Гидробиологические исследования зообентоса проводили по общепринятым методикам (Жадин, 1956; Киселев, 1956). Пробы зообентоса отбирали с помощью дночерпателя Экмана-Берджи с площадью захвата 0,025 м² и стандартного скребка. Дополнительно производили сбор донных организмов с камней литоральной части водоема с помощью пинцета. После отбора проба промывали через сито из шелкового мельничного газа № 23, затем переносили в тару, где она фиксировалась 75% этиловым спиртом (Методические ..., 2009).

Для определения степени эвтрофирования водоема по зоопланктону использовали индекс Шеннона (H_N): в пределах 2,6-4,0 характеризуют трофический тип водоема как олиготрофный; от 2,1 до 2,5 - как мезотрофный; от 1,0 до 2,0 - эвтрофный; меньше 1,0 - показатель экстремальных экологических условий (Андронникова, 1996). Также трофический тип водоема определяли по биомассе зоопланктона по С.П. Китаеву (2007): меньше 0,5 г/м³ - α-олиготрофный; 0,5-1,0 - β-олиготрофный; 1,0-2,0 - α-мезотрофный; 2,0-4,0 - β-мезотрофный; 4,0-8,0 - α-эвтрофный; 8,0-16,0 - β-эвтрофный; более 16,0 - гиперэвтрофный.

Для оценки качества воды по зоопланктону и зообентосу использовали метод Пантле и Букка (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечека (Sladechek, 1973). В модификации Сладечека значения сапробности составляют: от 0-0,5 для чистых (ксеносапробных) вод, 0,5-1,5 - олигосапробная зона (чистая вода), 1,51-2,5 - β - мезосапробная зона (умеренно загрязненная вода), 2,51-3,5 - α - мезосапробная зона (грязная вода), 3,51-4,50 - полисапробная зона (сильно загрязненная вода) и от 4,51-8,5 для самых загрязненных (эусапробных) вод.

Также использовали наиболее перспективные и простые для анализа бентосных проб биотический метод Вудивисса (В) (Вудивисс, 19770, олигохетный показатель по Карру и Хилтонену (Carr, Hiltonen, 1965), олигохетный индекс Гуднайта и Уитлея (О) (Goodnight, Whitley, 1961), хирономидный индекс по Е.В. Балускиной (К_{Ch}) (Балускина, 1976).

В методе Вудивисса используются индикаторные организмы, с помощью которых определяется показатель по специальной шкале. В качестве индикаторных групп выбраны отряды веснянок, поденок, ручейников, два рода ракообразных (Gammarus, Asellus), а также олигохеты семейства Tubificidae и хирономиды рода Chironomus.

По методу Гуднайт и Уитлея (Goodnight, Whitley, 1961) оценили состояние водоёма по отношению численности олигохет к общей численности бентоса. При этом если соотношение меньше 60% - состояние водоёма можно отнести к «хорошему состоянию», если 60-80% - водоём в «сомнительном состоянии» и более 80% - «тяжелое состояние».

Для определения степени загрязнения по олигохетам использовали методику Карра и Хилтонена (Carr, Hiltonen, 1965). Определяется по абсолютной численности олигохет: 100-999 экз./м² – слабое загрязнение; 1000-5000 экз./м² – среднее загрязнение; Более 5000 экз./м² – тяжелое загрязнение. И определили хирономидный индекс по Балускиной.

Результаты. Сапробность исследованных озер по разным методам биоиндикации колеблется от олигосапробной до полисапробной (табл.).

Таблица. Значения сапробности исследованных водоемов

Показатель	Усун-Эбэ	Синьнигэс	Теплое	Сугун	Туой	Ниджили	Бырангаталаах-Кюель	Таргылдыма	Онер-Эбэ	Бырангаталах	р. Лена
Зоопланктон											
H_N	3,4	2,7	2,9	0,9	2,1	1,1	2,7	2,8	2,5	2,4	2,8
S	1,5	1,6	1,2	1,5	1,6	1,5	1,6	1,2	1,5	1,4	1,6
Зообентос											
O	4,4	13,0	1,8	0	0	59,0	16,4	30,4	0	5,1	0,2
BI	7	7	6	5	4	1	2	10	2	1	12
S	3,0	5,0	2,8	-	2,9	3,8	3,0	3,4	2,9	3,1	3,3
K_{Ch}	0,3	0,6	0,6	-	0,05	-	0,7	-	2,5	8,7	0,2
H_N	3,8	0,5	0,4	0,6	0,3	0,2	0,7	0,6	0,2	0,6	1,0
O – олигохетный индекс Гуднайт-Уитлея, BI – биотический индекс Вудивисса, S – сапробность, K_{Ch} – хирономидный индекс, H_N – индекс Шеннона											

По показателям индексов сапробности была построена дендрограмма для зоопланктона и зообентоса исследованных водоемов (рис. 2).



Рисунок 2. Дендрограмма по значениям сапробности зоопланктона и зообентоса исследованных водоемов

При общей кластеризации наиболее выделяется оз. Ниджили, за счет высокого олигохетного индекса (59). Немного в отдалении находятся озера Таргылдыма, Бырангаталах и Синьнигэс для которых характерен высокий олигохетный индекс (рис. 5.3.3). Также для оз. Бырангаталах отмечен высокий хирономидный индекс (8,7), по сравнению с

другими озерами. Остальные водные объекты имеют общие черты и сходство по индексам сапробности на основе методики биоиндикации.

По классификации С.П. Китаева (2007), степень трофности исследованных озёр варьируется от олиготрофных до эвтрофных в зависимости от расположенности и сезона. В оз. Усун-Эбэ с мезотрофного с весенне-летний период переходит в эвтрофный тип осенью. Также смена трофности от сезона происходит в оз. Синньигэс – от олиготрофного до мезотрофного.

Оценив характер исследованных водоемов и состояние гидробионтов, можно сказать, что наиболее достоверно трофность выявляется с помощью индекса сапробности (S).

Однако, из-за очень низкого видового разнообразия и количественных показателей рассчитать индекс сапробности для оз. Сугун не представило возможности. Поэтому, проанализировав состав зоопланктона и зообентоса, можно предположить, что оз. Сугун относится к β -мезосапробному типу.

Важным фактором является то, что эвтрофированность для озер с разной степенью антропогенного воздействия может быть практически одинаковым. Например, индексы сапробности для оз. Усун-Эбэ и Бырангатталаах Куель – 3,0, Быранаталах – 3,1, для Туой и Онер-Эбэ – 2,8 и 2,9, для оз. Таргылдыма и р. Лена – 3,4 и 3,3.

Исследованные водоемы предрасположены к изменениям экологического состояния за счет биотических (выедаемость хищными формами) и абиотических (прогрев воды, скорости движения воды, характер грунта) факторов воздействия даже при слабом антропогенном воздействии. Так, двустворчатые моллюски-фильтраторы (индикаторы качества воды) были обнаружены только в оз. Усун-Эбэ. Доминантной группой моллюсков в других исследованных водоемах являлись брюхоногие моллюски.

Эвтрофированность была выражена также доминированием личинок хирономид, отмеченным даже в отдаленных и изолированных водоемах. По олигохетному индексу Гуднайт-Уитлея (O) исследованные водоемы относятся в основном к бета-олигосапробной и к чистому классу качества воды, так как плотность олигохет не высокая. Среди озер Центральной Якутии наиболее высокий олигохетный индекс (59,0) был отмечен в отдаленном от поселений оз. Ниджили, что подтверждает высокий абиотический фактор воздействия.

По степени развития олигохет методом Карра и Хилтонена исследуемые водоемы относятся к слабо загрязненным.

Степень сапробности водоемов был выявлен с помощью индекса видового разнообразия Шеннона (H_N). На рисунке 3 видно, что максимальное значение индекса отмечено в оз. Усун-Эбэ, минимальные – по зоопланктону в оз. Сугун, по зообентосу – в оз. Ниджиди и оз. Онер-Эбэ.

Стоит отметить, что индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (H_N) по зоопланктону для участка среднего течения реки Лена по нашим исследованиям составил 2,8. По литературным данным максимальные показатели индекса Шеннона в р. Лена достигали до 3,02-4,15 в курыях вблизи г. Якутска (Кириллов и др., 2009).

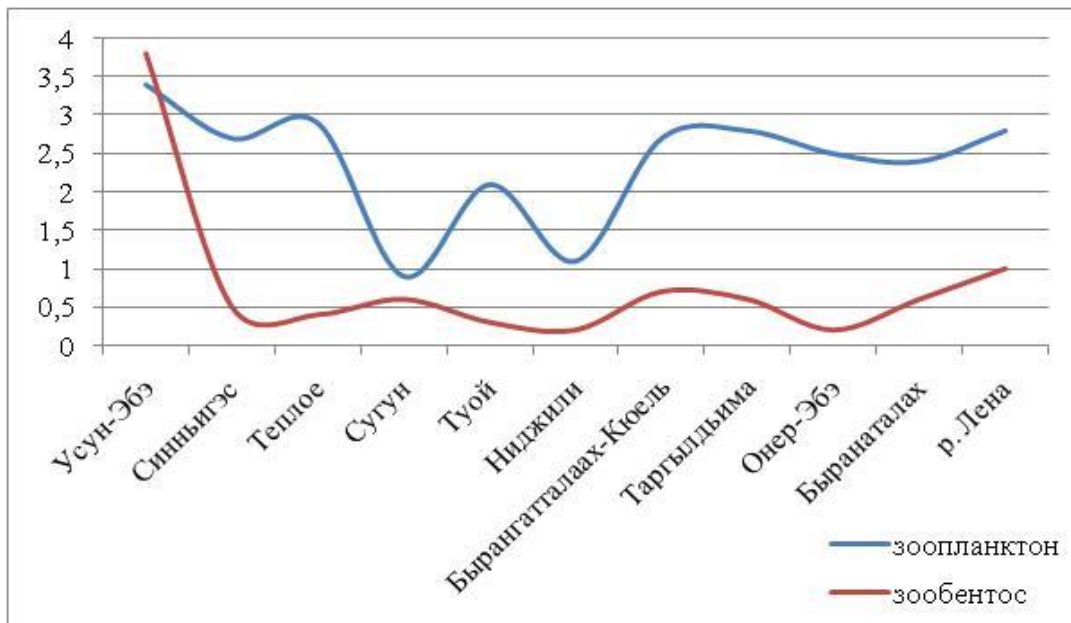


Рисунок 3. Изменчивость индекса видового разнообразия Шеннона (N_H) исследованных водоемов

Загрязненность р. Лена по индексу Вудивисса можно отнести от средней степени загрязненности до незначительной загрязненности. Стоит отметить наличие двустворчатых моллюсков во все периоды исследования и слабое развитие брюхоногих, что подтверждает условную чистоту водотока.

Класс качества воды по результатам оценки характера бентофауны участка среднего течения р. Лена оценивается как незначительно загрязненная или относительно чистая, антропогенное воздействие носит локальный характер.

Закключение. Таким образом, трофность исследованных водоемов выражается в снижении видового разнообразия, доминировании неполовозрелых копеподов и низкой доле чувствительных к загрязнениям коловраток, обилии личинок хирономид и отсутствию (или слабом развитии) личинок поденок и веснянок, доминировании брюхоногих моллюсков и отсутствию двустворчатых моллюсков-фильтраторов.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность и признательность научному руководителю – доктору биологических наук, профессору Людмиле Ильиничне Литвиненко за помощь и ценные советы, а также сотрудникам Якутского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за помощь в отборе проб.

Список литературы

- Абакумов В.А., Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод, донных отложений. Л. Гидрометеиздат, 1983
- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. – СПб.: Наука, 1996. – 189 с.
- Балушкина Е.В. Хирономиды как индикаторы степени загрязнения вод // Методы биологического анализа пресных вод. Л., ЗИН. 1976. С. 106-118.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: 1979а. С. 169-172.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: 1979б. С. 58-72.
- Вудивисс Ф.С. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л., Гидрометеиздат. 1977. С. 132-161.

- Жадин В.И. Методика изучения донной фауны и экологии донных беспозвоночных // Жизнь пресных вод СССР. М.; Л., 1956 Т.4. ч. 1.
- Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б., Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены, Якутск, 2009
- Киселев И.А. Исследование планктона //Жизнь пресных вод. Т.4.Ч.1.-М.;Л.:Изд-во АН СССР, 1956. С.183-271.
- Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
- Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта/Сост. Г.И.Фролова. — М.: Лесная страна, 2008
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1982. – 35 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зообентос: Учебно-методическое пособие // Т.А. Салова, А.Ф. Кириллов, В.В. Ходулов. Якутск, 2009. – 37 с.
- Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учебно-методическая разработка по курсу «Гидробиология»; сост.: О.Ю. Деревенская. – Казань: КФУ, 2015. – 44 с.
- Goodnight C.J., Whitley C.J. 1961. Oligochaetes as indicators of pollutions // Proc. 15-th Ind. Waste Conv. V. 106. P. 139 – 142.
- Jaccard P. 1901. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. 37 (140): 241—272.
- Pantlie R., Buck H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas und Wasserfach 96 (18): 604.
- Sladeczek V. 1973. System of water quality from biological point of view. - Arch. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie, Bd 7. - 218 S.

Воздействие эллаготанинов на антибактериальную активность сыворотки крови радужной форели

А.С. Соколова, Д.В. Микряков, Т.А. Суворова, С.В. Кузьмичева

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок
E-mail: aleksandrasokol@rambler.ru

Аннотация. Изучено влияние эллаготанинов на антибактериальную активность сыворотки крови форели. Опытным группам рыб давали корм с добавкой на основе эллаготанинов (с содержанием активного вещества 0.38, 0.76 и 1.14 г/кг корма). Отбор проб проводили у 8 особей из каждой группы перед началом эксперимента, на 15, 30, 45 и 60 сутки. Исследование показало стимулирующий эффект эллаготанинов на исследуемый показатель неспецифического иммунитета.

Ключевые слова: форель, эллаготанины, бактерицидная активность сыворотки крови, иммунодефицитные особи

Исследованиями показано, что добавление в корм растительных препаратов улучшает рост, иммунную активность и выживаемость рыб (Immanuel et al., 2009; Tkachenko et al., 2018;), усиливает защиту от возбудителей различных заболеваний (Дегтярик и др., 2016; Sahu et al., 2008; Narikrishnan et al., 2009; Nya, Austin, 2009; Nya et al., 2010). Одни из многочисленных препаратов природного происхождения – кормовые добавки на основе эллаготанинов. Эти вещества способны связываться с белками, благодаря обратимым ионным и слабым водородным связям. В отличие от другой группы танинов – конденсированных, содержащихся в большинстве травянистых и древесных растений, не обладают антипитательными свойствами. Ранее установлено положительное влияние эллаготанинов на рыбохозяйственные показатели, антибактериальные и антиоксидантные свойства, выживаемость рыб (Зеков и др., 2021; Coccia et al., 2019; Mişe Yonar Serpil 2019). Однако в доступной литературе нет данных о механизме влияния эллаготанинов на иммунную систему рыб. Проведение таких исследований позволит выявить за счет каких факторов происходит усиление иммунного ответа рыб. Полученные данные помогут в разработке современных методик кормления, направленных на повышение устойчивости рыб, выращиваемых в условиях аквакультуры, к возбудителям различных заболеваний.

Цель работы – исследование влияния эллаготанинов на антибактериальную активность сыворотки крови форели.

Исследования проводили в апреле-июне в аквариальной Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук на годовиках (средней массой 75,00±6,38 и полной длиной (TL) 18,17±0,50) радужной форели *Parasalmo mykiss irideus*. Опыт проводили в проточном бассейне с принудительной аэрацией объемом 16 м³, разделенном на 4 части (контрольная группа и 3 опытных). За время эксперимента температура воды повысилась от 13-16°C в первый месяц до 17-19°C во второй месяц эксперимента. В зависимости от температуры постепенно снижалось содержание кислорода в воде, от 8 мг/л в начале до 6.5 мг/л в конце опыта. Уровень рН колебался в пределах 8.3 – 8.5, а концентрация аммиака и аммония не превышала нормы.

Форель кормили полноценным продукционным кормом для рыб фирмы «Alltech® Coppens» гранула размером 3-4 мм. В контрольной группе давали только корм, а в трех опытных с добавкой препарата АКВАТАН (1, 2 и 3 г/кг корма) производства компании «Танин» г. Севница (Словения) на основе эллаготанинов. Отбор проб проводили перед началом эксперимента, на 15, 30, 45 и 60 сутки. Кровь для исследования отбирали из хвостовой вены у 8 особей из каждой группы. Исследовали бактериостатическую активность

сыворотки крови (БАСК) и долю иммунодефицитных (ИМД) особей. БАСК оценивали нефелометрическим методом. Определяли интенсивность роста бактерий *Aeromonas hydrophila* в присутствии сыворотки (опыт) и без неё (контроль) и в зависимости от уровня БАСК выявляли долю ИМД особей, сыворотка крови которых не угнетала развитие тест-микробов. Статистическую обработку результатов исследования проводили по стандартным алгоритмам, реализованным в пакете программ Statistica v6.0.

Таблица. Антибактериальная активность сыворотки крови и % ИМД особей

сутки	БАСК, %	ИМД особи, %
контроль перед опытом	16,62±7,48	25
15 сутки эксперимента		
контроль	79,75±6,48	0
опыт с добавкой 1 гр.	86,87±6,06	0
опыт с добавкой 2 гр.	88,50±6,92	0
опыт с добавкой 3 гр.	59,37±11,48	0
30 сутки эксперимента		
контроль	29,62±4,88	0
опыт с добавкой 1 гр.	35,25±8,99	12,5
опыт с добавкой 2 гр.	34,50±10,36	12,5
опыт с добавкой 3 гр.	28,75±2,75	0
45 сутки эксперимента		
контроль	11,87±5,58	25
опыт с добавкой 1 гр.	18,37±7,23	37,5
опыт с добавкой 2 гр.	35,75±11,57	12,5
опыт с добавкой 3 гр.	23,75±6,18	12,5
60 сутки эксперимента		
контроль	1,00±0,00	100
опыт с добавкой 1 гр.	6,37±5,37	87,5
опыт с добавкой 2 гр.	1,62±0,62	87,5
опыт с добавкой 3 гр.	25,50±16,03	75

Проведенное исследование уровня БАСК у форели показало сходства и отличия между разными группами и временными отрезками (таблица). Перед началом опыта зафиксирован не высокий уровень БАСК. На 15 сутки эксперимента исследуемый показатель вырос во все группах, что скорее всего связано с полноценным кормлением после длительного зимнего голодания. Наиболее высокие показатели отмечены в 1 и 2 опытной группах. Полученные после 15 дней опытного кормления результаты указывают на хорошие условия содержания рыб (температура воды колебалась от 14 до 16°C, уровень кислорода 7-7,8 мг/л). Показатели 1 и 2 опытных групп указывают на иммуностимулирующее действие эллаготанинов. Тогда как показатель БАСК у рыб 3 группы был ниже, чем у контрольных особей, что свидетельствует об отсутствии иммуностимулирующего эффекта данной дозировки в начале эксперимента. На 30 сутки эксперимента этот показатель снизился во все группах, но превышал значения БАСК до опыта. Наиболее высокие показатели снова отмечены в 1 и 2 опытной группе. Снижение уровня БАСК, вероятно, связано с тем, что в организме не может постоянно держаться такой высокий уровень антибактериальной активности. На 45 сутки эксперимента БАСК снизилась во всех группах, кроме 2-й. Анализ результатов уровня БАСК на данном этапе эксперимента позволяет сделать вывод о продолжительном стимулирующем действии на неспецифический гуморальный иммунитет дозировки 2 г/кг корма. На 60 сутки эксперимента уровень БАСК был ниже, чем до опыта почти во всех группах, кроме 3-й. В последней группе показатель оставался на том же уровне. Вероятно, это связано с ухудшением условий содержания рыб (температура воды колебалась от 18 до 20°C, содержания кислорода 6-6,5 мг/л и повышенное содержание органических загрязнений в воде).

Изменение показателя БАСК обусловило различия количества ИМД особей в разные сроки наблюдения. Перед началом опыта таких рыб зафиксировано 25% (таблица). На 15 сутки эксперимента во всех группах не отмечено ИМД особей, а на 30 сутки во 2 и 3 группах появился незначительный процент ИМД особей. К 45 сутки наблюдения ИМД особи появились во всех группах, но наибольшее количество в первой. На 60 сутки эксперимента количество таких рыб значительно увеличилось во всех группах.

Результаты проведенного исследования показали, что эллаготанины оказывают положительное антибактериальное и иммуностимулирующее действие на организм рыб. На это указывают высокие показатели БАСК, низкое уровень ИМД особей в течении 45 суток.

Работа выполнена за счет средств гранта РФ (проект № 22-26-20111) и частично в рамках государственного задания № 121050500046-8.

Список литературы

Дегтярик С.М., Гребнева Е.И., Слободницкая Г.В., Бенецкая Н.А., Максимьюк Е.В., Беспалый А.В. 2016. Влияние растительных экстрактов на возбудителей аэромонозов и псевдомонозов рыб. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. № 32. С. 249–261.

Зеков Д.Д., Ульянов М.В., Микряков Д.В., Суворова Т.А. 2021. Определение эффективных норм введения кормовой добавки Акватан в рацион радужной форели с биологической оценкой влияния на рыбохозяйственные показатели. Рыбоводство и рыбное хозяйство. № 11. С. 66–77.

Coccia E., Siano F., Grazia Volpe M., Varricchio E., Tufan Eroldogan O., Paolucci M. 2019. Chestnut Shell Extract modulates immune parameters in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Fishes. V. 4(1). P. 18. DOI: 10.3390/fishes4010018

Harikrishnan, R. 2009. Effect of plant active compounds on immune response and disease resistance in *Cirrhina mrigala* infected with fungal fish pathogen, *Aphanomyces invadans* / H. Ramasamy, B. Chellam, D. Subramanian, M. Yong-Gun, K. Man-Chul, K. Ju-Sang, H. Moon-Soo. Aquacult. Res. V. 40. № 10. P. 1170–1181.

Immanuel G., Uma R.P., Iyapparaj P., Citarasu T., Punitha Peter S.M., Michael Babu M., Palavesam A. 2009. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *Oreochromis mossambicus*. J. Fish Biol. 74. № 7. P. 1462–1475.

Mişe Yonar S. 2019. Growth performance, haematological changes, immune response, antioxidant activity and disease resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diet supplemented with ellagic acid. Fish and Shellfish Immunology. V. 95. P. 391–398.

Nya E.J., Dawood Z., Austin B. 2010. The garlic component, allicin, prevents disease caused by *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). J. Fish Diseases. V.33. № 4. P. 293–300.

Nya E.J., Austin B. 2009. Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). J. Fish Diseases. V. 32. № 11. P. 963–970.

Sahu S., Das B.K., Mishra B.K., Pradhan J., Samal S.K., Sarangi N. 2008. Effect of dietary *Curcuma longa* on enzymatic and immunological profiles of rohu, *Labeo rohita* (Ham.), infected with *Aeromonas hydrophila*. Aquacult. Res. V. 39. № 16. P. 1720–1730.

Tkachenko H., Buyun L., Kasiyan O., Terech-Majewska E., Osadowski Z. 2018. The antibacterial activity of the ethanolic leaf extract of *Ficus Pumilla* L. (MORACEAE) against Fish Bacterial Patogens. Scientific Journal of the Far East State Technical Fisheries University. № 2. V. 45. P. 20–30.

Сравнение эффективности метода ифа для диагностики вируса ингт с применением компонентов российского производства и зарубежного коммерческого набора

В.Е. Тарасов¹, С.Л. Рудакова², Е.В. Бочкова¹, А.О. Шепеляковская³

¹Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

³ФИБХ им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, г. Пущино

E-mail: tarasov.v.e@kamniro.ru

Аннотация. В работе представлены результаты сравнительного анализа двух методов диагностики вируса ИНГТ (англ. INNV) на основе иммуноферментного анализа – лабораторного метода, применяемого в Камчатском филиале ФГБНУ «ВНИРО», и зарубежного коммерческого набора (BioX Diagnostics, Бельгия). Полученные результаты показывают, что методы имеют умеренное соглашение между собой и сходны по основным диагностическим характеристикам. Ни один из методов не является оптимальным для диагностики субклинического течения болезни, однако оба применимы для широкоформатного мониторинга в аквакультуре и в естественных популяциях.

Ключевые слова: вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани, ИНГТ, INNV, диагностика, иммуноферментный анализ

Введение. Инфекционный некроз гемопоэтической ткани лососевых (ИНГТ, англ. INN) – высококонтагиозное заболевание, вызываемое (-)РНК-вирусом семейства *Rhabdoviridae* рода *Novirhabdovirus*. Это заболевание в РФ отнесено к карантинным и особо опасным заболеваниям рыб, а также входит в список контролируемых патогенов Всемирной организации по охране здоровья животных (WOAH OIE, 2021).

Заболевание особенно опасно для молоди лососевых рыб в аквакультуре – к вирусу ИНГТ восприимчивы нерка (*Oncorhynchus nerka*; Walbaum, 1792), радужная форель (*O. mykiss*), чавыча (*O. tshawytscha*), атлантический лосось (*Salmo salar*), и др., смертность при эпизоотиях достигает 70-100% (Dixon et al., 2016). Методов лечения для этого заболевания на данный момент не существует и по требованиям законодательства больная рыба уничтожается (Сборник инструкций ... , 1998).

Для своевременного купирования вспышек ИНГТ и минимизации экономического ущерба требуются методы экспресс-диагностики, к которым относится иммуноферментный анализ (далее – ИФА). Целью настоящего исследования было сравнение методики ИФА, используемой в Камчатском филиале ФГБНУ «ВНИРО» (далее – лабораторный метод ИФА), с коммерческим аналогом бельгийского производства BioX Diagnostics.

Материалы и методы. Отбор проб проводили на лососевых рыбоводных заводах «Малкинский» и «Озерки» во время мероприятий по закладке икры нерки для заводского воспроизводства, а также на оз. Азабачье во время нереста. Материалом для заражения клеточных линий и ИФА послужили пробы переднего отдела почек и селезенки, отобранные от 90 половозрелых особей. Кроме этого, для ИФА использовали среду из лунок с зараженными клетками, в которых появился цитопатический эффект (36 проб). Всего методами ИФА было протестировано 126 проб.

Пробы для заражения клеточных линий обрабатывали согласно общепринятым методикам. Инокуляцию патматериала на 96-луночные планшеты проводили одновременно с посевом клеток (Сборник инструкций ... , 1998).

Пробы органов для ИФА гомогенизировали в буфере для экстракции (100 мМ Трис (Диаэм), 1 мМ ЭДТА (Диаэм), 150 мМ NaCl, 1% v/v Тритон X-100 (VWR Int.)), после чего инкубировали в течение часа при 4 °С в холодильнике. Затем гомогенат центрифугировали при 10000 g в течение 5 мин. Лабораторный ИФА проводили согласно ранее описанной методике (Тарасов и др., 2021). В качестве положительного контроля использовали камчатский изолят вируса ИНГТ из криобанка «КамчатНИРО» и антиген из набора BioX Diagnostics, в качестве отрицательного – буфер для экстракции. Анализ с использованием зарубежного набора проводили согласно инструкции производителя. Значение оптической плотности, выше которого пробы классифицировали как положительные, в лабораторном методе ИФА определяли экспериментально методом «трех сигм» (Грибас, 2018).

Статистический анализ проводили с использованием Microsoft Excel 2007 и интернет-ресурса opeperi.com. Использованные методы – анализ таблиц сопряженности 2 x 2, проверка гипотезы о равенстве чувствительности и специфичности методом χ^2 МакНемара, подсчет каппа-коэффициента Коэна с доверительными интервалами по Вилсону. Интерпретацию значений каппа-коэффициента Коэна проводили согласно критериям Лэндиса-Коха (Landis, Koch, 1977).

Результаты и обсуждение. В результате исследований на перевиваемой линии клеток ЕРС вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани выделили из проб от 36 рыб. Предел значения ОП (обнаружения вируса ИНГТ) в лабораторном методе ИФА составил 0,108. Результаты параллельного проведения двух методов ИФА (с учетом результатов выделения вируса на клеточных линиях) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение диагностических результатов исследуемых методов ИФА относительно вирусовыделения на клеточной линии и между собой при диагностике вируса ИНГТ у половозрелой нерки (*Oncorhynchus nerka*; Walbaum, 1792)

	Клеточные линии		Всего	χ^2 Мак-Немара (значение P)	Каппа Коэна (95% ДИ)	Оценка соглашения
	Положительный	Отрицательный				
ИФА (I)						
Положительный	36	6	42	18,69 (<0,0001)	0,53 (0,24; 0,56)	Умеренное
Отрицательный	33	51	84			
Всего	69	57	126			
ИФА (II)						
Положительный	26	4	30	35,28 (<0,0001)	0,26 (0,12; 0,40)	Удовлетворительное
Отрицательный	46	50	96			
Всего	72	54	126			
ИФА (I) vs ИФА (II)						
	ИФА (I)					
	Положительный	Отрицательный				
ИФА (II)						
Положительный	21	9	30	4,17 (0,0411)	0,44 (0,27; 0,61)	Умеренное
Отрицательный	20	76	96			
Всего	41	85	126			

Примечание: ИФА (I) – лабораторный метод «КамчатНИРО», ИФА (II) – коммерческий набор BioX Diagnostics, ДИ – доверительный интервал

Результаты статистического анализа, представленные в таблице 1, показывают, что существует значимая статистическая разница между оценками всех методов, которая, однако, выше между методами ИФА и вирусовыделением на клеточных линиях ($\chi^2 = 18,69$; $df = 1$; $P < 0,0001$ и $\chi^2 = 35,28$; $df = 1$; $P < 0,0001$), нежели между двумя методами ИФА ($\chi^2 =$

4,17; $df = 1$; $P = 0,0411$). Анализ согласия в оценках методов по каппа-коэффициенту Коэна не превышает границ умеренного соглашения (Landis, Koch, 1977).

Анализ диагностических параметров относительно «золотого стандарта» (таб. 2) выявил, что по большинству параметров методы сходны. У лабораторного ИФА несколько выше чувствительность (52,17% против 36,11%), в то время как у коммерческого набора выше специфичность (92,59% против 89,47%).

Таблица 2. Сравнение диагностических характеристик исследуемых методов ИФА относительно вирусывыделения на клеточной линии при диагностике вируса ИНГТ у половозрелой нерки

Параметры	Оценка (95% ДИ)	
	ИФА (I)	ИФА (II)
Чувствительность	52,17% (40,59; 63,53)	36,11% (25,98; 47,65)
Специфичность	89,47% (78,88; 95,09)	92,59% (82,45; 97,08)
Диагностическая точность	69,05% (60,51; 76,46)	60,32% (51,59; 68,43)

Примечание: ИФА (I) – лабораторный метод «КамчатНИРО», ИФА (II) – коммерческий набор BioX Diagnostics, ДИ – доверительный интервал

Стоит отметить, что использованный нами коммерческий набор ИФА, произведен Бельгийской фирмой, а в Европейских странах развито товарное производство радужной форели, которая подвержена ИНГТ, поэтому для разработки моноклональных антител к набору использовали изоляты вируса, полученного от радужной форели. Крупномасштабные филогенетические исследования изолятов ИНГТ нерки и радужной форели показали, что они находятся в разных геногруппах «L» и «M» и, имеют значительные различия в нуклеотидных последовательностях (Kurath et al., 2003). Вероятно, поэтому чувствительность коммерческого набора ниже лабораторного. А моноклональные антитела для лабораторного ИФА необходимо доработать, повысив чувствительность.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что метод ИФА, применяемый в Камчатском филиале ФГБНУ «ВНИРО», как минимум, не уступает в диагностической эффективности коммерческому аналогу. Хотя оба метода не являются идеальными в сравнении с «золотым стандартом» диагностики ИНГТ на клеточных линиях, они с успехом могут применяться в быстром скрининге естественных популяций рыб, в товарной и поддерживающей аквакультуре, а так же в экспресс-диагностике при возникновении эпизоотий.

Благодарности. Коллектив авторов признателен руководству и сотрудникам лососевых рыбозаводов «Малкинский» и «Озерки» за предоставленную помощь в проведении отбора проб.

Список литературы

Грибас А.В. 2018. Хемилюминесцентные иммуно- и олигонуклеотидные методы анализа с применением пероксидазы и пероксидаза-подобного ДНКзима. Автореф. дис. канд. хим. наук М.: МГУ, 24 с.

Сборник правил, инструкций и наставлений по борьбе с болезнями рыб. 1998. М-во рыбного хоз-ва СССР. Гл. упр. ветеринарии МСХ СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т прудового рыбного хоз-ва., 213 с.

Тарасов В.Е., Рудакова С.Л., Бочкова Е.В., Шепеляковская А.О. 2021. Сравнительный анализ ИФА и "золотого стандарта" при идентификации вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани у половозрелой нерки. IX Научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса». М.: изд-во ВНИРО, 163-166.

Состояние р. Волга в пределах Волгоградской области по гидробиологическим показателям

А.М. Щукина, Ю.В. Басько, Е.В. Вихло, В.П. Горелов

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Волгоград

E-mail: L_gela97@mail.ru

Аннотация. В работе приводятся результаты летних гидробиологических исследований 2022 года на участке р. Волги ниже Волжской ГЭС в границах Волгоградской области. На основе полученных качественно-количественных характеристик гидробионтов мест обитания стерляди, произведен расчет биотического индекса сапробности и определен класс качества воды и донных отложений.

Ключевые слова: гидробионты, река Волга, гидробиологический мониторинг, продукция.

Река Волга – это важный водный объект РФ. В связи с этим особую ценность и актуальность имеют результаты комплексных гидробиологических исследований на этом водоеме. Сотрудниками «ВолгоградНИРО» в летний период 2022 г. был обследован участок не зарегулированной Волги ниже Волжской ГЭС в пределах Волгоградской области, который испытывает на себе влияние изменения природных гидрологических процессов.

Материалами исследования послужили гидробиологические сборы, выполненные летом 2022 года. Отбор проб осуществлялся по стандартным методикам на трех разрезах: 500м от ГЭС (Приплотинный разрез); 25км от ГЭС (Кировский разрез); 82 км от ГЭС (в районе села Райгород), которые характеризуются разнообразием донных биотопов: заиленный песок, песок с примесью ракуши, каменистый. В межень сохраняется речной режим, со скоростью течения 0,2-0,4 м/с, температуры достигали 24°C. Всего было отобрано 26 проб: 9 фитопланктона, 9 зоопланктона и 8 бентоса. Анализ собранного материала производился с использованием индекса сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека.

Качественный состав фитопланктона участка р.Волги характеризовался достаточным разнообразием от 13 до 22 видов в пробе, всего зарегистрирован 64 вида из следующих отделов: диатомовых – 23, зеленых – 14, синезеленых – 13, криптофитовых - 10, динофитовых – 3, эвгленовых – 1. Доминанты по численности: виды р *Merismopedia*, *Microcystis aeruginosa* из синезеленых, *Chroomonas acuta* из криптофитовых; по биомассе: виды р. *Anabaena*, *Microcystis aeruginosa* из синезеленых, *Melosira granulata* из диатомовых. Видовой состав участков сходен. Суммарная численность фитопланктона изменялась в пределах от 5559 до 84335 тыс. кл./л, составляя в среднем 31827 тыс. кл./л; общая биомасса – 1,47-6,09 мг/л, в среднем 3,05 мг/л (таблица 1)..

Продукция фитопланктона с использованием суточного среднесезонного коэффициента 0,7 (Калинина, 1978), можно выразить как 1,26 г/м³ в сутки.

За период исследования в отобранных пробах зоопланктона на реке Волга было выявлено 10 видов. Доминирующими видами среди ветвистоусых рачков (Cladocera) были *Daphnia galeata* (G. O. Sars, 1864) и *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776). Также среди Cladocera был обнаружен представитель рода *Bythotrephes* sp. Среди коловаток (Rotifera) доминировали *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1766). Веслоногие рачки (Copepoda) были представлены копеподитными и науплиальными стадиями развития. Значения численности на исследованных участках варьировались от 116,6 до 17536,33 экз./м³, а биомассы от 1,58 до 1954,5 мг/м³ (таблица 1). При расчёте величины продукции сообществом зоопланктона для различных групп P/B - коэффициент принимался равным: для коловраток – 40, ветвистоусых – 20, веслоногих – 10 (Вьюшкова, 1983). Рассчитанная величина потенциальной продукции

зоопланктона составила 13,09 г/м³. Значение средней биомассы и величина расчётной продукции позволяют отнести обследованный участок реки к средnekормным (Пидгайко, 1968).

Донная фауна характеризовалась высокими качественно-количественными показателями (таблица 1). На обследованных биотопах обнаружен 41 вид и форм беспозвоночных организмов. Ядро массовых и наиболее часто встречаемых видов включало 11 видов: *Cladotanytarsus mancus*, *Polypedilum (s.str.) nubeculosum*, *Cryptochironomus gr. defectus* - из личинок хирономид, *Isochaetides newaensis* - из олигохет, *Hypania invalida* - из полихет, *Dikerogammarus haemobaphes*, *Stenogammarus macrurus* и *Pontogammarus robustoides* - из ракообразных, *Dreissena polymorpha*, *Dreissena bugensis* и *Lithoglyphus naticoides* - из моллюсков. Из прочих донных организмов в пробах присутствовали мокрецы, пиявки, ручейники, поденки и клопы.

В среднем по водоёму суммарная численность общего зообентоса составила 9787 экз./м², а биомасса 1225,34 г/м². Основу в формировании как общей численности, так и биомассы составляют моллюски. Среди мягкотелых донных организмов преобладающей группой по численности являются личинки хирономид, а по биомассе – высшие ракообразные. Полученные средневзвешенные показатели биомассы, ценного в кормовом отношении, «мягкого» бентоса (11,90 г/м²) позволили оценить обследованный участок р. Волги как высококормный водоем (Пидгайко, 1968). Величина продукции организмов зообентоса, рассчитанная с использованием Р/В-коэффициентов, составила 5921,2 г/м² сырого органического вещества.

Таблица 1. Значения численности (N) и биомассы (B) гидробионтов р. Волга в пределах Волгоградской области 2022г.

Биоценоз	500 м от ГЭС (Приплотинный р-з)		25 км от ГЭС (Кировский р-з)		82 км от ГЭС (Райгород р-з)		B среднем по водоёму	
	N, тыс.кл./л	B, мг/л	N, тыс.кл./л	B, мг/л	N, тыс.кл./л	B, мг/л	N, тыс.кл./л	B, мг/л
Фитопланктон								
Синезеленые	4420	0,2	83026	5,02	3633	0,26	30360	1,83
Эвгленовые	1	0,01	-	-	0,3	0,001	0,4	0,004
Динофитовые	0	0	5	0,01	18	0,13	8	0,05
Криптофитовые	589	0,2	819	0,76	500	0,13	636	0,36
Диатомовые	421	0,87	184	0,27	527	0,86	377	0,67
Зеленые	127	0,32	300	0,04	908	0,08	445	0,15
Всего	5559	1,6	84335	6,09	5587	1,47	31827	3,05
Зоопланктон	N, экз./м ³	B, мг/м ³	N, экз./м ³	B, мг/м ³	N, экз./м ³	B, мг/м ³	N, экз./м ³	B, мг/м ³
Коловратки	131,05	0,162	1063	0,31	0	0	398,13	0,157
Кладоцеры	205,73	1,417	15746	1926,7	63,33	21,37	5338,5	649,81
Копеподы	32,727	0,002	726,7	27,54	53,33	0,1	270,91	9,214
Всего	369,51	1,58	17536	1954,5	116,67	21,47	6007,5	659,18
Зообентос	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²	N, экз./м ²	B, г/м ²
Хирономиды	1160	0,5	4240	2,2	4560	2,7	3320	1,8
Олигохеты	2400	2,08	1213	0,96	440	0,72	1351	1,25
Полихеты	1400	5,09	227	0,69	0	0	542	1,93

Ракообразные	187	2,4	2187	15,89	260	1,2	878	6,5
Моллюски	10000	3231,8	693	408,45	0	0	3564	1213,4
Прочие	347	1,17	27	0,05	20	0,04	131	0,42
Всего	15493	3243,1	8587	428,25	5280	4,66	9787	1225,3
Всего бентос «мягкий»	5493	11,25	7893	19,8	5280	4,66	6222	11,9

Индексы сапробности характеризуют качество воды или ее сапробиологическую оценку по набору и количественным показателям популяций видов-индикаторов в пробах. Рассчитанные индексы по гидробиологическим показателям представлены в таблице 2.

Таблица 2. Индексы сапробности по гидробиологическим показателям на станциях наблюдений р. Волга в летний период 2022 г.

Наименование станции	Гидробиологические показатели (Индекс сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека)		
	по фитопланктону	по зоопланктону	по зообентосу
Приплотинный разрез	1,81	2,31	2,7
Кировский разрез	1,69	2,16	2,6
Райгород	1,72	1,9	2,9
Среднее	1,74	2,123	2,7
Класс качества воды	III	III	IV

Индекс сапробности принимал значения в интервале 1,69-2,9, что соответствует III-IV классу качества воды (умеренно (слабо) загрязненные-загрязненные).

Таким образом, за летний сезон 2022 г., гидробиологические показатели организмов зообентоса и зоопланктона характеризуются высокими значениями численности и биомассы, а фитопланктон средними.

Полученные в результате полевых работ качественные и количественные показатели гидробионтов в летний период 2022 года соответствуют многолетним фондовым и литературным данным. Существенные отклонения от ожидаемых значений, в целом, отсутствуют.

Список литературы

- Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов // Л., 1983.
- Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. // Изд. АН БССР, 1960.
- Вьюшкова В.П. Динамика, продуктивность и биоценозы зоопланктона пойменных водоёмов Волгоградского водохранилища. // Сб.науч.трудов ГосНИОРХ, Л., 1983. с.33-45.
- Лаврентьева Г.М., Бульон В.В. Фитопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. // Л., ГосНИОРХ – ЗИН, 1982, 32 с.
- Пидгайко М.Л. и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-запада СССР. – Изв. ГосНИОРХ, 1968, т. 67, с. 205-241.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова Гидрометеиздат Ленинград, 1983, 240 с.
- Салазкин А.А., Алимов А.Ф., Финогенова Н.П., Винберг Г.Г. Зообентос и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. // Л., ГосНИОРХ – ЗИН, 1983, 52 с.
- Салазкин А.А., Иванова М.Б. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ – ЗИН. - 1982.-33 с.

Влияние различного типа засоления на выживаемость икры речного окуня в зависимости от стадии ее развития

К.С. Якубова¹, П.Б. Михеев^{1,2}, Ю.В. Вяткина¹, М.А. Бакланов¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь,

²Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Хабаровск

E-mail: karina.yakubova.01@list.ru

Аннотация. Целью данного исследования явилась экспериментальная оценка выживаемости личинок речного окуня *Perca fluviatilis* до момента выклева из икринок. Нами было проведено тестирование толерантности икры окуня к засолению на 5-й стадии (органогенез) и 8-й (личинки перед выклевом) стадиях развития. Второй целью нашего исследования являлся сравнительный анализ токсичности поваренной соли NaCl и вещества солеотвалов с использованием икры окуня в качестве тест-объекта. При сравнении влияния воздействия двух различных типов солей – хлорида натрия и вещества солеотвалов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей, была выявлена большая летальность икры и личинок при воздействии последних. Икра на более поздней стадии развития характеризуется повышенной чувствительностью к засолению.

Ключевые слова: речной окунь, техногенное засоление, температура, выживаемость икры, выживаемость личинок и молоди.

В результате разработок месторождений соли, а также использования соледержащих реагентов или «дорожной соли» в зимний период для борьбы с гололедом на дорогах, происходит засоление природных ландшафтов, в том числе аквальных. Следствием этого являются экосистемные трансформации, связанные с образованием контрастных геохимических аномалий с повышенным содержанием водорастворимых солей на значительном удалении от источников засоления.

Россия является одним из мировых лидеров по производству калийных и магниевых солей. Их добыча производится в Пермском крае в пределах Верхнекамского месторождения, побочным эффектом которого является техногенное засоление водной среды. Исследования химического состава воды, водорослевой флоры, зоопланктона, макрозообентоса и рыб рек бассейна Камы, подверженных засолению, показывают значительные биотические трансформации на участках рек с высокой концентрацией солей. Негативное воздействие техногенного засоления на водную биоту может быть усилено в современных условиях изменения климата.

Целью данного исследования явилась экспериментальная оценка выживаемости икры и личинок пресноводных рыб в условиях повышенной температуры и солености. В качестве модельного объекта использован речной окунь *Perca fluviatilis*, который является одним из наиболее распространенных видов эврибионтных пресноводных рыб в бореальной водной среде. Известно, что для стадии икринки характерна высокая смертность, однако в литературе отсутствуют сведения о различии стадий эмбрионального развития речного окуня по чувствительности к засолению. Нами было проведено тестирование толерантности икры окуня к засолению на 5-й стадии (органогенез) и 8-й (личинки перед выклевом) стадиях развития. Кроме того, поскольку отходы соледобычи имеют большое количество примесей (Van Dam et al., 2014), второй целью нашего исследования являлся сравнительный анализ токсичности поваренной соли NaCl и вещества солеотвалов с использованием икры окуня в качестве тест-объекта. Рабочей гипотезой исследования являлось предположение о большей токсичности отходов соледобычи по сравнению с хлоридом натрия, а также большая смертность эмбрионов на более ранней стадии развития.

Икру собирали в прибрежье Мотовилихинского пруда (Пермь, Россия). В целях обеззараживания в лабораторных условиях икру обрабатывали 1 % раствором формалина, после чего помещали по 30-35 икринок в чашки Петри с тестируемым раствором в трех повторностях. Продолжительность эксперимента составила 16 дней для икры на 5 стадии и 10 дней для икры на 8 стадии.

В эксперименте было задействовано два типа соли: хлорид натрия и вещество солеотвалов Верхнекамского месторождения солей. Концентрация соли, используемая в эксперименте, составляла 4 г/л, 8 г/л, 12 г/л, 16 г/л, 20 г/л и 24 г/л. Для создания фоновых условий использовали водопроводную воду. Подсчет мертвых и живых икринок проводили каждый день, мертвая икра не изымалась. Эксперимент проходил при температурных условиях, оптимальных для нереста и развития икры окуня (8-15°C).

При солености 20 и 24 г/л 100% икринок на стадии органогенеза (5 стадия) гибли в течение первых суток. В условиях солености 16 и 12 г/л икринки погибали на 4 и 8 сутки с начала эксперимента соответственно, развитие личинок внутри оболочек не происходило. При концентрации 8 г/л личинки характеризовались большой встречаемостью аномалий развития, выклевались лишь единичные экземпляры. К концу эксперимента продолжительностью 18 суток, в растворе хлорида натрия смертность составила 100-53% икринок (для трех повторностей) и 100-86% для икринок в растворе отходов соледобычи. В условиях солености 4 г/л, смертность к концу эксперимента была близка фоновым значениям (43-24 %) и составила 26-20% в растворе NaCl и 71-27% в растворе вещества солеотвалов.

Икринки, помещенные в условия повышенной минерализации на последнем – 8-м этапе развития зародыша перед выклевом из икринки, характеризовались большими темпами смертности. При концентрации солей свыше 12 г/л гибель личинок происходила в течение первых суток с начала эксперимента. При концентрации 8 г/л все икринки гибли по прошествии 10 суток. Как в фоновых условиях, так и при минерализации 4 г/л массовый выклев личинок из икринок отмечался на 10 сутки с начала эксперимента, показатели смертности были близки.

Показательным явилось сравнение динамики смертности эмбрионов речного окуня на 5-й и 8-й стадиях развития при концентрации 8 г/л. На 8 сутки эксперимента смертность эмбрионов на 8 стадии развития эксперимента близилась к 100 %. Данный показатель для икры на 5 стадии развития составил 41% в среднем для трех повторностей. Кроме того, показатели смертности у икринок, помещенных в раствор отходов соледобычи, были достоверно ($p < 0,05$) выше по сравнению с раствором хлорида натрия

Результаты проведенного исследования подтверждают нашу первую гипотезу. Нами была выявлена повышенная смертность икринок помещенных в раствор солей – отходов соледобычи, что может свидетельствовать об их большей токсичности. Основу отходов соледобычи составляют комплекс основных ионов, а именно Na, Ca, Mg, Cl, SO₄ и HCO₃, которые, как правило, считаются малотоксичными (Kunz et al., 2013). Однако повышенное содержание таких микроэлементов и металлоидов, как Al, As, Cu, Cd, Ni и Zn, может являться дополнительным фактором повышения смертности, как ввиду прямого токсического эффекта, так и ввиду сложных взаимодействий между основными ионами и микроэлементами.

Икра на более поздней стадии развития характеризуется повышенной чувствительностью к засолению, что противоречило нашим ожиданиям. Объяснением может являться онтогенетическая динамика проницаемости хориона. На ранних стадиях развития, в частности стадии органогенеза, хорион обеспечивает большую степень защиты эмбриона. Однако перед выклевом происходит синтез определённых ферментов, которые приводят к рассасыванию зародышевых оболочек и повышают проницаемость оболочки икры для растворенных в воде соединений (Yamagami, 1988).

Кроме того, результаты этого проекта не подтвердили результаты нашего предыдущего опыта, показавшего возможность икры и личинок окуня выживать при температуре 23,4°C в солености до 20 г/л, что значительно выше видовой нормы.

В дальнейшем планируется продолжение экспериментальной работы по влиянию множественных стрессоров на раннее развитие и выживание ранних стадий жизни рыб.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-20069, <https://rscf.ru/project/22-24-20069/> и при финансовой поддержке Правительства Пермского края в рамках научного проекта № 22-24-20069.

Список литературы

Van Dam R.A., Harford A.J., Lunn S.A., Gagnon M.M. 2014. Identifying the cause of toxicity of a saline mine water. PLoS ONE, 9, e106857.

Kunz J.L., Conley J.M., Buchwalter D.B., Norberg-King T.J., Kemble N.E. et al. 2013. Use of reconstituted waters to evaluate effects of elevated major ions associated with mountaintop coal mining on freshwater invertebrates. Environmental Toxicology and Chemistry 32: 2826–2835.

Yamagami K. 1988. Mechanisms of hatching in fish. Fish Physiol. 11, 447–499.

Секция

Технология

Установление выхода готовой продукции при производстве неразделанного мороженого морского гребешка, добываемого в Северо-Курильской промысловой зоне

А.Ю. Антосюк, В.В. Мальцева

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
E-mail: anna.antosyuk@tinro-center.ru

Аннотация. Установление выхода готовой продукции является одной из задач, решаемых при разработке технологий переработки водных биологических ресурсов. Проведены исследования по определению выхода неразделанного мороженого морского гребешка, добываемого в Северо-Курильской промысловой зоне. Выход готовой продукции и коэффициент расхода сырья на единицу готовой продукции составили соответственно 98,5% и 1,015. Полученные данные внесены в сборник «Бассейновые нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве рыбной продукции из беспозвоночных и водорослей Дальневосточного бассейна» и рекомендованы к использованию для верификации уловов морского гребешка Северо-Курильской зоны.

Ключевые слова: морской гребешок, норма выхода, потери, мороженая продукция.

Определение показателей технологического нормирования водных биоресурсов, в том числе установление выхода готовой продукции, является одной из задач, решаемых при разработке технологий переработки водных биологических ресурсов для определения эффективности производства, и при верификации уловов.

Дальневосточный бассейн является самым обширным как по занимаемой территории и количеству морских акваторий, так и по видовому многообразию рыб и беспозвоночных, поэтому вопросу совершенствования документации технологического нормирования рыбной продукции с учетом состояния сырьевой базы, биологических особенностей водных биоресурсов, максимальной экономии сырья за счет совершенствования техники и технологии уделяется большое внимание при проведении рыбохозяйственных научно-исследовательских работ (Е.Н. Харенко, 2012). Особое значение в этих работах отводится исследованиям, посвящённым рациональной эксплуатации и переработке беспозвоночных, как наиболее дорогостоящих объектов промысла, являющихся сырьём для производства деликатесной продукции (Чупикова и др., 2005; Чупикова и др., 2015). Одним из таких объектов является морской гребешок.

Морские гребешки (лат. Pectinidae) — семейство морских двустворчатых моллюсков из отряда Pectinida. Насчитывает около 250 видов, распространённых в мировом океане, на самых разнообразных глубинах вплоть до ультраабиссальных (Электронный ресурс). В России морские гребешки водятся в Черном море, северных и дальневосточных морях.

На Дальневосточном бассейне наиболее плотные поселения моллюсков наблюдаются у Северных Курил и в шельфовой зоне Сахалина, а также в подзоне Приморье в Японском море. Основной промысел морского гребешка ведётся в Северо-Курильской зоне. Морские гребешки у о. Онекотан, Парамушир и юго-восточного берега о-ва Итуруп, в северной части Татарского пролива, в северной области Охотского моря, представлены четырьмя видами рода *Chlamys*. Они образуют смешанные скопления, а данные исследований показали, что во всех поселениях доминирует исключительно светлый гребешок (*Chlamys albidus*), составляя более 95% всей биомассы гребешков (Состояние..., 2020).

В настоящее время основным производимым в районе видом промысла продукции из морского гребешка является мороженая продукция, которая впоследствии используется для

изготовления широкого ассортимента пресервов, консервов и рыбной кулинарии. Один из ассортиментов – морской гребешок неразделанный мороженный. Целью работы являлось определение норм входа неразделанного мороженого морского гребешка, добываемого в Северо-Курильской зоне.

Объектом исследования служил морской гребешок рода *Chlamys* – светлый гребешок (*Chlamys albidus*), добытый в Северо-Курильской зоне. Определение норм выхода мороженой продукции проводили согласно действующим и утвержденным в установленном порядке методикам и руководящим документам по технологическому нормированию водных биоресурсов (Методики..., 2002; Руководство..., 2019).

Мороженная продукция выпускается согласно технической документации, регламентирующей основные требования к готовой продукции, среди которых нормируются органолептические и физические показатели, а именно, раковина должна быть целая, поверхность чистая, цвет свойственный морскому гребешку; после размораживания и вскрытия раковины цвет филе должен быть от белого до бело-серого или от розовато-кремового до светло-оранжевого, цвет мантии от серо-розоватого до светло-коричневого разных оттенков, икры от светло-оранжевого до оранжевого, молоко от светло-кремового до кремового; консистенция филе и мантии – эластичная, у мантии может быть плотная, икры и молоко мягкая; запах свойственный; наличие посторонних примесей не допускается; массовая доля песка не более 0,05 %. Готовая продукция должна соответствовать современным требованиям по безопасности.

Технологическая схема производства морского гребешка неразделанного мороженого включает следующие операции: передержка в морской воде, сортирование, мойка, замораживание и фасование. Передержку морского гребешка проводят в чистой морской воде температурой не выше 10 °С в течение 24 ч для очистки от песка, очистки содержимого желудка и для достижения установленных микробиологических нормативов безопасности в соответствии ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». При сортировании морской гребешок с открытыми створками раковин, мускул которого не реагирует на внешнее воздействие, отсортировывают и направляют на утилизацию. Мелкие и битые ракушки возвращают в среду обитания. После сортирования морской гребешок тщательно промывают чистой проточной морской или пресной водой, удаляя с поверхности раковины загрязнения. После мойки сырьё без задержки направляют на замораживание. Замораживание осуществляется сухим искусственным способом в скороморозильных аппаратах россыпью. Потери массы сырья при передержке морского гребешка в морской воде относятся к допроизводственным потерям и не включаются в расчеты при определении выхода готовой продукции. Таким образом, потери массы сырья происходят при сортировании, мойке и замораживании, фасовании.

Для определения норм отходов, потерь, выхода готовой продукции нами были сформированы сводные таблицы данных опытно-контрольных работ дальневосточных предприятий, производящих неразделанный мороженный морской гребешок, добытый в Северо-Курильской промысловой зоне, и определены средние значения норм отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья (таблица).

Таблица. Нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве неразделанного мороженого морского гребешка, добытого в Северо-Курильской промысловой зоне, при поштучном замораживании.

Наименование и характеристика направленного сырья	Отходы и потери, в % к массе сырья, поступившего на данную операцию		В % к массе направленного сырья		Коэффициент расхода сырья на 1 единицу готовой продукции
	мойка, сортирование	фасование и замораживание	всего отходов и потерь	выход готовой продукции	
Морской гребешок рода <i>Chlamys</i> (природный)	1,0	0,5	1,5	98,5	1,015

Таким образом, в результате проведённых исследований определена норма выхода готовой продукции при производстве неразделанного мороженого морского гребешка, добываемого в Северо-Курильской зоне, и рассчитан коэффициент расхода сырья на единицу готовой продукции. Выход готовой продукции и коэффициент расхода сырья на единицу готовой продукции составляют соответственно 98,5 % и 1,015. Полученные данные внесены в сборник «Бассейновые нормы отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья при производстве рыбной продукции из беспозвоночных и водорослей Дальневосточного бассейна» и рекомендованы к использованию для верификации уловов.

Список литературы

Харенко Е.Н. Отечественная и международная практика регулирования рыболовства: квоты и технологическое нормирование// Рыбное хозяйство. - 2012. - № 4. - С. 32-35.

Чупикова Е.С., Бояркина Л.Г., Заиченко А.Э., Саяпина Т.А. Характеристика норм выхода при производстве сыромороженого мяса из трубача// Хранение и переработка сельхоз сырья. - 2005. - № 5. - С. . 59-60.

Методики определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов / Под ред. Е.Н. Харенко. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 270 с.

Электронный ресурс: - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Морские_гребешки (дата обращения 16.09.2022).

Руководство по технологическому нормированию выхода продуктов переработки водных биоресурсов и объектов аквакультуры с целью их рационального использования. – М.: Изд-во ВНИРО, 2019. – Выпуск 9. – 73 с.

Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. 2020. Владивосток : ТИНРО, 501 с.

К обоснованию температур подмораживания рыбы

Е.Д. Биндюкова, Л.О. Архипов

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: arhipov@vniro.ru

Аннотация. В статье представлены данные, полученные в результате экспериментальных работ по определению значений криоскопических температур исследуемых видов рыб и температурных режимов хранения рыбы в подмороженном виде, рассчитанные с учетом требований ТР ЕАЭС 040/2016.

Ключевые слова: криоскопическая температура, подмораживание рыбы, температура подмораживания.

На современных рыбоперерабатывающих предприятиях практически на всех этапах производства пищевой рыбной продукции используют холодильную обработку, что в значительной мере позволяет сохранять показатели качества и технологические свойства сырья и готовой продукции, осуществлять их транспортирование, хранение и реализацию.

Применение холодильной технологии позволяет решать ряд важных для рыбной промышленности задач: стабилизация и бесперебойное снабжение перерабатывающих предприятий сырьем, освоение новых рынков сбыта, расширение ассортимента продукции.

Одним из способов обеспечения поддержания высокого качества сырья и продукции на протяжении длительного времени является подмораживание. Применение субкриоскопических режимов хранения позволяет получать подмороженную пищевую рыбную продукцию с учетом видоспецифичного значения ее криоскопической температуры.

Идея применения отрицательных температур, близких к криоскопическим, для хранения пищевой продукции впервые была подана профессором Н.А. Головкиным применительно к мясу. Реализация идеи позволила получить продукт, по свойствам мало отличающийся от охлажденного, но с увеличенным сроком годности (Головкин, 1972).

Подмораживание перспективный способ консервирования пищевой рыбной продукции, при котором происходит кристаллизация части, содержащейся в ней воды, делая ее недоступной для микроорганизмов, кристаллы льда дополнительно создают статичность колебаний температуры самой продукции, что обеспечивает стабильность поддержания качества и увеличение срока годности продукции в 1,5–4,0 раза по сравнению с охлаждением. В случае совместного применения подмораживания, разделки и вакуумупаковывания наблюдается синергетический эффект в отношении сохранения качества и увеличения срока годности продукции (Харенко, 2019; Архипов, 2022а, 2022б).

Установлено, что с понижением температуры хранения рыбы воздействие микробиологических и ферментативных факторов прогрессивно уменьшается, а скорость биохимических процессов замедляется. Однако понижение температуры ниже криоскопической связано с некоторыми физико-химическими изменениями, происходящими за счет образования кристаллов льда и одновременным увеличением концентрации солей (Banerjee, 2019; Arkhipov, 2020; Shi, 2022).

Вопросам применения криоскопических температур при хранении пищевой продукции значительное внимание уделяют отечественные и зарубежные ученые (Япония, США, Китай, Норвегия). Исследования подтверждают возможность применения криоскопических температур при хранении мяса птицы, свинины, говядины, рыбы, обеспечивающих замедление биохимических, микробиологических, ферментативных процессов, что позволяет увеличить срок годности продукции при сохранении ее качества (Дибирасулаев, 2017; Грикшас, 2020; Makoveev, 2022).

Концепция подмораживания была разработана в середине 20 века и основывалась на технических возможностях оборудования того времени, криоскопической температурой было принято считать, как диапазон температур минус 1-2°C, что порождало существенную погрешность предлагаемых режимов хранения рыбы. В настоящее время технические возможности оборудования позволяют измерять, хранить и обрабатывать автоматизировано большие массивы данных, в том числе определять криоскопические температуры, контролировать и поддерживать температуры охлаждающих сред с узким диапазоном отклонения (0,1-0,5°C). Таким образом, внедрение технологии подмораживания с применением современного оборудования, в значительной мере позволит обеспечить стабильность сохранения качества и безопасности, вырабатываемой подмороженной рыбной продукции и повысит эффективность применения данной технологии.

Цель проведения исследований – определение значений криоскопических температур некоторых видов рыб, для дальнейшего их использования в научном обосновании температурных режимов подмораживания и хранения рыбы.

Объектами исследования являлись: барабуля черноморская (*Mullus barbatus ponticus*), голубая акула (*Prionace glauca*), горбуша (*Oncorhynchus gorbusha*), западноафриканская макрель (*Scomberomorus tritor*), звездчатый скат (*Amblyraja radiata*), камбала белобрюхая (*Lepidopsetta bilineata*), карась (*Carassius gibelio*), кефаль-лобан (*Mugil cephalus*), корюшка малоротая морская (*Hypomesus japonicus*), лакедра желтохвостая (*Seriola quinqueradiata*), ледяная рыба (*Champscephalus gunnari*), лосось атлантический (*Salmo salar*), минтай (*Theragra chalcogramma*), муксун (*Coregonus miksun*), навага дальневосточная (*Eleginus gracilis*), нерка (*Oncorhynchus nerka*), окунь морской (*Sebastes alutus*), пикша (*Melanogrammus aeglefinus*), сардина (сардинопс) (*Sardinops ocellatus*), сельдь тихоокеанская (*Clupea pallasii*), синекорый палтус (*Reinhardtius hippoglossoides*), скумбрия атлантическая (*Scomber scombrus*), судак (*Sander lucioperca*), хек (*Merluccius bilinearis*), щука (*Esox lucius*).

Рыбу разделявали на филе, подвергали предварительному охлаждению, а затем замораживанию с фиксаторами термопар ($n = 5$). Измерение и запись температур выполняли с помощью термометра LTA/2-Н-Н, ООО «ТЕРМЕКС», Россия. Определение криоскопической температуры выполнялось термографическим методом (Харенко, 2019).

В результате поведения экспериментальной части работ, определены значения криоскопических температур исследуемых видов рыб. На основании полученных данных был выполнен расчет температур хранения подмороженной рыбы с учетом требований ТР ЕАЭС 040/2016. Результаты работ приведены в таблице.

Таблица. Значения криоскопических температур исследуемых видов рыб и температур

№	Исследуемые объекты	$T_{кр}$, °C	$\pm S$	Диапазон температур подмораживания рыбы (макс./мин.), °C	
1	Голубая акула	-2,35	$\pm 0,05$	-3,35	-4,35
2	Скат звездчатый	-2,35	$\pm 0,05$	-3,35	-4,35
3	Сельдь тихоокеанская	-2,20	$\pm 0,05$	-3,20	-4,20
4	Лосось атлантический	-1,30	$\pm 0,08$	-2,30	-3,30
5	Горбуша	-1,30	$\pm 0,10$	-2,30	-3,30
6	Западноафриканская макрель	-1,20	$\pm 0,05$	-2,20	-3,20
7	Нерка	-1,20	$\pm 0,08$	-2,20	-3,20
8	Кефаль-лобан	-1,15	$\pm 0,05$	-2,15	-3,15
9	Навага дальневосточная	-1,05	$\pm 0,05$	-2,05	-3,05
10	Муксун	-1,00	$\pm 0,05$	-2,00	-3,00
11	Минтай	-0,95	$\pm 0,05$	-1,95	-2,95
12	Корюшка малоротая морская	-0,95	$\pm 0,05$	-1,95	-2,95
13	Камбала белобрюхая	-0,95	$\pm 0,05$	-1,95	-2,95
14	Синекорый палтус	-0,95	$\pm 0,05$	-1,95	-2,95
15	Барабуля черноморская	-0,95	$\pm 0,05$	-1,95	-2,95
16	Судак	-0,93	$\pm 0,06$	-1,93	-2,93
17	Скумбрия атлантическая	-0,90	$\pm 0,05$	-1,90	-2,90

18	Хек (мерлуза)	-0,85	±0,05	-1,85	-2,85
19	Окунь морской	-0,80	±0,03	-1,80	-2,80
20	Ледяная рыба	-0,80	±0,03	-1,80	-2,80
21	Лакедра желтохвостая	-0,75	±0,05	-1,75	-2,75
22	Сардина (сардинопс)	-0,61	±0,03	-1,61	-2,61
23	Пикша	-0,60	±0,03	-1,60	-2,60
24	Щука	-0,60	±0,03	-1,60	-2,60
25	Карась	-0,41	±0,04	-1,41	-2,41

Данные таблицы отражают существенный разброс значений криоскопических температур исследуемых видов рыб (от минус 0,41°С до минус 2,35°С), максимальные и минимальные значения отличаются более чем в 5 раз. Также в таблице представлен диапазон температур подмораживания рыбы (макс./мин.) с учетом полученных значений фактической криоскопической температуры.

Полученные данные наглядно подтверждают важность и необходимость учета значения криоскопической температуры рыб, которые необходимы для расчета и обоснования режимов подмораживания и хранения рыбы и дальнейшего практического внедрения на рыбоперерабатывающих предприятиях.

Список литературы

Архипов Л.О. Влияние субкриоскопической температуры хранения на изменение показателей качества неразделанного карпа (*CYPRINUS CARPIO*) / Л.О. Архипов, Е.Н. Харенко, Е. Д. Биндюкова, Лаврухина Е.В., Сёмушкина А.Ю. // Пищевая промышленность, 2022. – № 6. – С. 34-38.

Архипов Л.О. Изменение показателей качества карпа различного вида разделки при субкриоскопической температуре хранения / Л.О. Архипов, Е.Н. Харенко, Е.Д. Биндюкова, Лаврухина Е.В., Сёмушкина А.Ю. // Пищевая промышленность, 2022. – № 7. – С. 38-44.

Грикшас С.А. Оценка качественных показателей мяса симментальской породы при хранении в охлажденном и переохлажденном состоянии / С.А. Грикшас, А.Г. Донецких, М.А. Дибирасулаев // Все о мясе, 2020. – №. S5. – С. 92-95.

Головкин Н.А. Рыба глубокого охлаждения / Н.А. Головкин, Г.В. Маслова, И.Р. Скоморовская // Обзор ЦНИИТЭРХ, 1972. – С. 62.

Дибирасулаев М.А. К разработке научно обоснованных режимов холодильного хранения мяса различных качественных групп при субкриоскопических температурах / М.А. Дибирасулаев, Г.А. Белозеров, Л.О. Архипов, Д.М. Дибирасулаев, А.Г. Донецких // Птица и птицепродукты, 2017. – № 1. – С. 29-32.

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

Arkhipov L. Change of qualitative characteristics of deep-chilled rainbow trout fillet with a given amount of ice water (no more than 40%) during its long-term storage / L. Arkhipov, E. Kharenko, N. Yarichevskaya, A. Semushkina, A. Kupriy // International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 2020. – Vol. 20. – No. 6.1. – P. 191-197.

Banerjee R., Maheswarappa N.B. Superchilling of muscle foods: Potential alternative for chilling and freezing // Critical reviews in food science, 2019. – Т. 59. – №. 8. – С. 1256-1263.

Маковеев И. И., Козак С. С. Effect of subcryoscopic storage temperature on shelf life of chilled broiler meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2022. – Т. 954. – №. 1. – С. 012047.

Shi, Y. Quality changes and deterioration mechanisms in three parts (belly, dorsal and tail muscle) of tilapia fillets during partial freezing storage / Y. Shi, Wei P., Shi Q., Cao J., Zhu K., Liu Z. // Food Chemistry. – 2022. – Т. 385. – С. 132503

Управление качеством гелеобразующих полисахаридов, экстрагируемых из *Ahnfeltia plicata* Белого моря

Т.А. Игнатова, А.В. Подкорытова

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

Аннотация. Проведена сравнительная оценка качества агаров, выделенных из *Ahnfeltia plicata*, заготовленной в летне-осенний период. Установлено, что выход природного агара колеблется в пределах от 15,7 до 20,7%. Применение щелочной обработки водорослей позволяет в три-четыре раза увеличить прочность водных растворов гелей агара относительно прочности гелей его природной формы. В результате ранжирования сырья по качеству установлено, что обработанная щелочью *A. plicata*, которая была заготовлена в августе и сентябре, пригодна для получения высококачественного агара, а заготовленная в июне - для получения пищевого и микробиологического (первый сорт).

Ключевые слова: агар, модификация агара, качество, *Ahnfeltia plicata*.

Агар является одним из самых востребованных гелеобразователей не только в пищевой, но и в микробиологической отрасли. Этот полисахарид получают в основном из водорослей *Gracilaria*, *Gelidium*, *Pterocladia* и *Ahnfeltia*. Известно, что физико-химические характеристики агара зависят от места и условий произрастания, периода сбора, от вида и возраста красных водорослей, а также от технологических условий его получения. Поскольку в литературе практически отсутствуют комплексные и системные исследования показателей качества агара в зависимости от периода сбора штормовых выбросов *Ahnfeltia plicata* целесообразным является их проведение.

В качестве объектов исследований использовали свежесобранные штормовые выбросы красной водоросли *A. plicata*, заготовленные в летне-осенний период с 2019-2021 гг. в прибрежной зоне посёлка Рабочеостровск (Кемский район, Республика Карелия) и у о. Б. Соловецкий (Приморский район, Архангельская область).

В результате анализа общего химического состава *A. plicata* установлено, что максимальное количество белка (19,09%) содержится в анфельции, собранной в июле, при этом отмечалось минимальное количество минеральных веществ (12,20%) в этом образце. В августе анфельция накапливает максимальное количество углеводов, в том числе полисахаридов агаровой группы, а содержание белка снижается и составляет 14,07%. Максимальное содержание клетчатки было установлено для водорослей, собранных в сентябре (18,6%), а минимальное - для июля (14,3%).

После проведения технологического процесса получения природного и модифицированного агаров (Патент № 2435787, 2435443) из анфельции штормовых выбросов и анализа полученных данных было установлено, что наибольший выход агара соответствует природным агарам первой и второй фракций. При этом максимальный выход агара соответствует агару, выделенному из анфельции, собранной в августе (20,7%). Минимальный выход модифицированных агаров отмечен для анфельции, собранной в сентябре и октябре 2,2 и 2,3% соответственно, а максимальный - в июне (11,6%).

Прочность гелей 0,85%-ных растворов агара, как один из наиболее важных показателей качества, определяет принадлежность агара к пищевому, микробиологическому или др. Оценка прочности гелей природного агара показала, что данный показатель меняется в диапазоне от 70 до 245 г/см², при этом максимальные значения были отмечены для агаров, выделенных из *A. plicata*, собранной в августе и сентябре. Прочности гелей 0,85%-ных растворов природных агаров 1 и 2 фракций, выделенных из анфельции, собранной с июня по октябрь, заметно различаются. Обработка собранных образцов водорослей суспензией окиси

кальция, с целью получения из них модифицированного агара, привела к увеличению прочности гелей агара до 545 г/см². Следует отметить, что модифицированные агары второй фракции имели большие значения по прочности гелей по сравнению с агарами первой фракции независимо от месяца сбора анфельции. Аналогичные результаты были получены ранее при фракционном экстрагировании агара из *A. tobuchiensis* (Патент 2189990).

Для оценки качества *A. plicata*, собранной в разные периоды из штормовых выбросов, проводили обобщение значений выхода агара и прочности его геля, в единый интегральный показатель с использованием критериев качества (Игнатова и др., 2019) и на основании их осуществляли ранжирование.

При расчете критерия качества принимали, что значения коэффициентов значимости составляли: для выхода агара - 0,25; для прочности геля агара - 0,75.

Из данных литературы известно, что выход агара из красных водорослей рода *Ahnfeltia* не превышает 20%, а его прочность не более 1000 г/см². В связи с этим для расчета критерия качества анфельции в качестве водоросли-эталоны была принята условная водоросль с максимальными значениями выхода агара - 20% и прочностью геля 1,0% раствора - 1000 г/см². В таблице 1 представлены данные по управлению качеством гелеобразующих полисахаридов, экстрагируемых из *A. plicata*.

Таблица 1. Изменение качества агара в зависимости от способа обработки и периода сбора *A. plicata*

Тип агара									
Природный (ПА)					Модифицированный (МА)				
№ в ряду ранжирования	месяц сбора анфельции	№ фракции агара	K _П	качество сырья	№ в ряду ранжирования	месяц сбора анфельции	№ фракции агара	K _М	качество сырья
1	август	1	0,77	среднее	1	август	2	0,67	высокое
2	сентябрь	2	0,78	среднее	2	сентябрь	2	0,62	высокое
3	август	2	0,80	среднее	3	август	1	0,60	высокое
4	октябрь	2	0,83	низкое	4	июнь	2	0,58	высокое
5	сентябрь	1	0,84	низкое	5	июнь	1	0,57	высокое
6	июнь	1	0,85	низкое	6	июль	2	0,50	высокое
7	июль	1	0,86	низкое	7	октябрь	2	0,49	среднее
8	июль	2	0,87	низкое	8	сентябрь	1	0,40	среднее
9	октябрь	1	0,88	низкое	9	октябрь	1	0,35	низкое
10	июнь	2	0,90	низкое	10	июль	1	0,33	низкое

Примечание:
K_П - критерия качества водоросли, при получении природного агара
K_М - критерия качества водоросли, при получении модифицированного агара
Ряд ранжирования - [Игнатова и др., 2019]

Из данных таблицы 1 видно, что наиболее качественный агар содержится в водорослях, собранных в августе. Также хорошим качеством обладает агар, выделенный из второй фракции при его экстрагировании из водорослей, собранных из штормовых выбросов в сентябре.

Поскольку щелочная обработка водорослей не всегда приводит к повышению качества полисахарида, в связи с этим, была проведена оценка целесообразности применения данного приема на основании рассчитанных критериев и с использованием алгоритма ранжирования.

Проведенные расчеты и анализ данных показали, что водоросли, собранные в августе и сентябре и обработанные щелочью, пригодны для использования в качестве сырья при получении агара микробиологического (сорт высший и экстра), а собранные в июне - микробиологического (первый сорт) и пищевого агаров (Таблица 2).

Таблица 2. Рекомендации по переработке *A. plicata* в зависимости от периода сбора её штормовых выбросов

№	Месяц сбора водоросли	№ фракции агара	$K_{П}$	$K_{М}$	Способ переработки анфельции с применением щелочи в технологическом процессе
1	август	1	0,77	0,60	Высококачественный агар (микробиологический сорт экстра и высший)
2	сентябрь	2	0,78	0,62	
3	август	2	0,80	0,67	
4	октябрь	2	0,83	0,49	Агар среднего качества (микробиологический (сорт первый), пищевой (сорт высший и первый))
5	сентябрь	1	0,84	0,40	
6	июнь	1	0,85	0,57	
7	июль	2	0,87	0,50	
8	июнь	2	0,90	0,58	Агар низкого качества (пищевой (сорт второй))
9	июль	1	0,86	0,33	
10	октябрь	1	0,88	0,35	

Таким образом, исследованы показатели качества полисахаридов, выделенных из штормовых выбросов *A. plicata*, собранных в летне-осенний период на литорали Белого моря.

Установлено, что выход природного агара варьируется в пределах от 15,7 до 20,7% в зависимости от периода сбора штормовых выбросов анфельции. При этом прочность геля агара можно увеличить в три-четыре раза относительно прочности геля природного агара, применяя метод модификации его структуры в технологическом процессе.

Использование в качестве сырья *A. plicata*, собранной из штормовых выбросов в августе и сентябре и обработанной щелочью, позволяет получать микробиологический агар (сорт высший и экстра), а из июньской - пищевой и микробиологический агары первого сорта.

Список литературы

Игнатова Т.А., Подкорытова А.В., Усов А.И., Родина Т.В. 2019. Ранжирование красных водорослей-агарофитов по критериям их качества с применением методов математического анализа // Труды ВНИРО 176. С. 27-40.

Патент 2435787 Российская Федерация. 2011. Способ модификации агара [Текст] / Подкорытова А. В.; Игнатова Т. А.; Буй Минь Ли; Тран Тхи Тхан Ван; заявитель и патентообладатель ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии". - № 2010120013/13; заявл. 20.05.2010; опубл. 10.12.2011, Бюл. № 34. – 6 с.

Патент 2435443 Российская Федерация. 2011. Универсальный способ получения агара из красных водорослей (агарофитов) [Текст] / Подкорытова А.В.; Игнатова Т.А.; Буй Минь Ли; Тран Тхи Тхан Ван; заявитель и патентообладатель ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии". №2010120014/13; заявл. 20.05.2010; опубл. 10.12.2011, Бюл. 34. 6 с.

Патент 2189990 Российская Федерация. 2002. Способ получения высокоочищенного агара и агарозы из красной водоросли анфельции тобучинской [Текст] Подкорытова А.В., Кадникова И.А., Кушева О.А., Соколова В.М., Суховерхов С.В. заявитель и патентообладатель Государственное унитарное предприятие Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр - № 2001109191/13; заявл. 05.04.2001; опубл. 27.09.2002. – 12 с.

Оценка эффективности различных типов орудий добычи (вылова) тихоокеанских лососей

И.Г. Истомин¹, И.И. Гордеев^{1,2}

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

E-mail: istomin@vniro.ru

Аннотация. На основе анализа литературных данных о поведении тихоокеанских лососей в предполагаемых районах добычи (вылова) и расчетов промысловой мощности различных типов орудий лова обоснованы заключения о перспективности их использования на промысле.

Ключевые слова: тихоокеанский лосось, кошельковые невода, стяжной трос, траловый лов, поверхностная ловушка, ярусный лов

До 2016 года российские рыбопромышленные предприятия добывали тихоокеанских лососей при помощи дрейфтерных сетных порядков в период их преднерестовых миграций во внутренних морских водах, в территориальном море и в исключительной экономической зоне Российской Федерации. Однако, Федеральным законом от 29 июня 2015 г. № 208-ФЗ с 1 января 2016 г. было запрещено применение дрейфтера при осуществлении промышленного рыболовства, рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях и прибрежного рыболовства анадромных видов рыб во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации (Федеральный закон..., 2015).

В настоящее время основной промысел тихоокеанских лососей ведется в прибрежных морских водах, либо в реках. Орудия лова, используемые для облова лососей, уже подошедших к местам нереста в прибрежной полосе и реках, не позволяют эффективно облавливать их в районах миграций, где лососевые еще сохраняют «нагульное» поведение и не создают плотных скоплений, на облов которых и рассчитаны прибрежные орудия лова. Кроме того, разрабатываемые и вновь вводимые орудия добычи (вылова) тихоокеанских лососей в ИЭЗ России должны обеспечивать экологическую чистоту ведения промысла, в частности свести к минимуму прилов морских птиц и исключить облов морских млекопитающих.

В соответствии с правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (Приказ..., 2022) запрещено применять при добыче (вылове) анадромных видов рыб во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации все орудия и способы добычи (вылова), за исключением: в границах исключительной экономической зоны Российской Федерации тралов, в том числе близнецовых, кошельковых неводов, поверхностных ловушек, а в территориальном море Российской Федерации и внутренних морских водах Российской Федерации тралов, в том числе близнецовых, кошельковых неводов, поверхностных ловушек, ставных сетей (кроме Западно-Сахалинской и Восточно-Сахалинской подзон), ставных неводов, ставных неводов типа «заездок», закидных неводов, вентерей и подледных ловушек для подледной добычи (вылова) корюшки азиатской зубастой. Так же, запрещено применять активные орудия добычи (вылова) на расстоянии менее одной морской мили от ставных неводов, за исключением закидных неводов и кошельковых неводов.

Исходя из особенностей условий обитания, поведения тихоокеанских лососей в открытом море и требованиями правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна России (Приказ..., 2022), очевидно, что далеко не все

используемые для лова тихоокеанских лососей категории орудий лова пригодны для эффективного их промысла в открытом море.

Исследования распределения лососей в морской толще воды с помощью гидроакустических приборов показали, что в открытом море эти рыбы не создают косячных скоплений, характерных для других массовых видов рыб, таких например как минтай или сельдь. Так же в морских и океанических водах тихоокеанские лососи имеют небольшую плотность. Если принять во внимание данные по распределению тихоокеанских лососей на акватории Камчатского залива (Гидрологический..., 2020; Бугаёв, 2015) и данные по вертикальному распределению (от 0 м до 40 м), то плотность распределения тихоокеанского лосося в морских водах может составлять от $1,25 \times 10^{-5}$ до $62,5 \times 10^{-5}$ шт./м³, в среднем 32×10^{-5} шт./м³. Средняя масса одного экземпляра наиболее массовых видов тихоокеанских лососей равна примерно 8,7 кг у кеты и 3,7 кг у горбуши.

Отсюда следует, что орудие лова, предназначенное для облова тихоокеанских лососей в морских водах, должно обеспечивать облов верхнего слоя воды от поверхности до глубины 40 м, обладать высокой промысловой мощностью, то есть обеспечивать облов максимально возможного объема воды, и иметь высокий коэффициент уловистости. Промысловая мощность – это результативная мощность промыслового оборудования, которая сводится к объему обловленного водного пространства (Трещев, 1983).

Для добычи тихоокеанских лососей в исключительной экономической зоне и территориальном море России за пределами прибрежных рыболовных участков возможно применять следующие типы орудий лова: кошельковые невода со стяжным тросом и без стяжного троса (лампары), одноботные и близнецовые разноглубинные тралы; поверхностные ловушки. Для обоснования выбора типа и конструктивных особенностей орудий лова, способных обеспечить эффективный промысел тихоокеанских лососей на путях миграции в морских водах, необходимо сравнить показатели потенциальной эффективности этих типов орудий лова.

Для оценки эффективности работы различных групп рыболовных комплексов, оснащенных разным оборудованием, А.И. Трещев (1983) предложил использовать эффективность лова (\mathcal{E}), определяемую как отношение улова (C), полученного рыболовным комплексом в определенном районе за определенное время, к объему обловленного водного пространства за то же время (Трещёв, 1983). Эффективность лова представляет собой улов, получаемый с единицы обловленного орудием добычи объема за единицу времени. Под обловленным объемом воды понимается объем, на который распространяется действие рыболовного орудия, а находящиеся в нём промысловые объекты имеют потенциальную возможность быть пойманными данными орудиями за данное время лова.

Объем воды, обловленный орудием лова за сутки, зависит от количества произведенных за это время промысловых операций и определяется по формуле:

$$V = V_{\text{опер}} n, \quad (1)$$

где: V – объем воды, обловленный орудием лова за сутки, м³;
 $V_{\text{опер}}$ – обловленный объем за одну промысловую операцию, м³;
 n – количество промысловых операций за одни сутки.

Объем воды, обловленный за одну промысловую операцию кошельковым неводом со стяжным тросом ($V_{\text{кн}}$) длиной 1200 м определяется по формуле:

$$V_{\text{кн}} = a l^2 / 4\pi \quad (2)$$

где: a – высота облова, м;
 l – длина орудия лова, м.

Объем воды, обловленный за одну промысловую операцию кошельковым неводом без стяжного троса (лампарой) ($V_{\text{л}}$) длиной 1200 м, определяется по формуле:

$$V_l = a l^2/\pi + a l S_{c\delta}/\pi, \quad (3)$$

где: $S_{c\delta}$ – расстояние сбивки крыльев невода, м.

Объем воды, обловленный за одну промысловую операцию тралом (V_m) с горизонтальным раскрытием по крыльям 100 м, определяется по формуле:

$$V_m = a b v t, \quad (4)$$

где: b – горизонтальное раскрытие трала, м;
 v – скорость траления, м/с;
 t_{mp} – время траления, с.

Объем воды, обловленный за одну промысловую операцию близнецовым тралом ($V_{\delta m}$) с горизонтальным раскрытием по крыльям 200 м, определяется по формуле:

$$V_{\delta m} = a b v t. \quad (5)$$

Объем воды, обловленный за одну промысловую операцию поверхностной ловушкой (V_{nl}) длиной 1000 м (Патент 160409..., 2015; Патент 2123784..., 1998), определяется по формуле:

$$V_{nl} = a l S, \quad (6)$$

где: S – дрейф поверхностной ловушки за промысловую операцию при скорости 0,2 м/с.

Обловленный орудиями лова объем воды рассчитывается с учетом допущения о величине горизонта облова 40 м, поскольку основная масса лосося в открытом море обитает в 40-метровом поверхностном слое воды. Параметры орудий лова, предназначенных для добычи тихоокеанских лососей на путях миграции в морских водах, и количество промысловых операций за сутки определялись на основе технической документации и характеристик рыболовных судов.

Для оценки величины улова, который может быть получен за сутки промысла при применении указанных способов и орудий лова использовались данные по их эффективной мощности, под которой понимается улов, получаемый ими за сутки промысла (Трещев, 1983). Эффективная мощность определяется по формуле:

$$W = k_c \delta \omega V/t, \quad (7)$$

где: W – эффективная мощность, кг/сут;
 k_c – коэффициент уловистости орудия добычи (вылова);
 δ – средняя плотность концентрации рыб в 1 м³ обловленного объема, шт./м³;
 ω – средняя масса одной рыбы в улове, кг;
 t – время лова, сут.

Под коэффициентом уловистости по отношению к обловленному объёму понимается отношение количества пойманных рыб к их общему количеству, находившемуся в обловленном объеме воды (Трещёв, 1983). Под плотностью скопления объектов в районе лова понимается среднее число рыб в единице обловленного пространства (Гидрологический ..., 2020; Бугаёв, 2015).

Основываясь на результатах проведенного анализа орудий лова для промысла тихоокеанских лососей в местах нагула и на путях их миграций, расчета их промысловой мощности были получены значения эффективности лова (\mathcal{E}) для рассматриваемых орудий лова (рисунок 1).

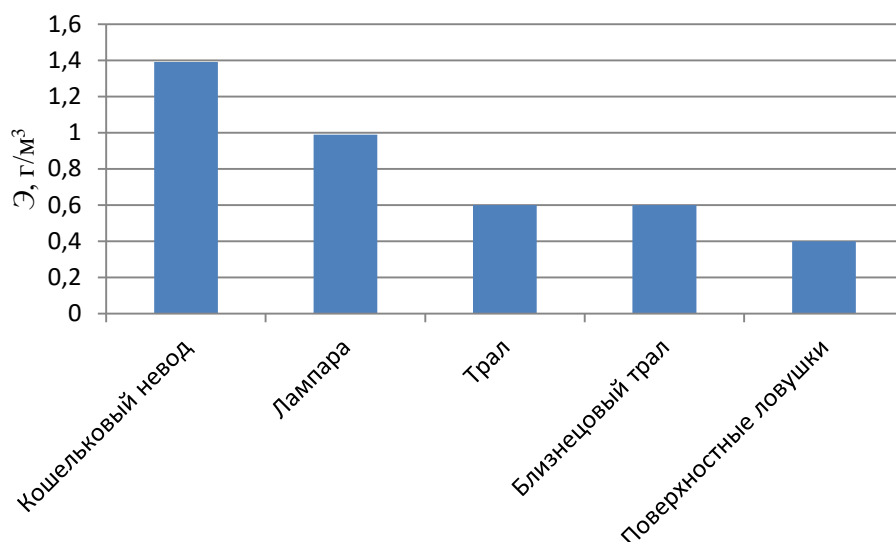


Рисунок 1. Эффективность лова для различных орудий добычи

В результате установлено, что наибольшие значения эффективности лова тихоокеанских лососей в морской период жизни имеют кошельковый невод (1,4 г/м³) и лампара (1,0 г/м³).

Список литературы

Атлас количественного распределения nekтона в Охотском море. 2003. Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Карты. Том 1. М.: Издательство «ФГУП Национальные рыбные ресурсы», 1038 с.

Бугаев А.В. 2015. Биология и функциональная структура ареалов тихоокеанских лососей в период преднерестовых миграций в исключительной экономической зоне Российской Федерации. Диссертация на соискание ученой степени 03.02.06 /Бугаёв Александр Викторович. М., 492 с.

Гидрологический и гидроакустический мониторинг в Камчатском заливе. 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://kamniro.vniro.ru/presscenter/news/gidrologicheskij_i_gidroakusticheskij_monitoring_v_kamchatskom_zalive.

Патент – 160409 РФ, А01К69/10. 2015. Устройство для лова лососевых рыб / В.А. Татарников, И.Г. Истомин, В.В. Акишин, С.Э. Астафьев; Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. №2015136197. Заяв. 27.08.2015. Оpubл. 20.03.2016. Бюл. № 8.

Патент – 2123784 РФ, А01К69/10.1998. Сетное каскадное устройство для промысла поверхностных объектов лова / В.И. Сеславинский, А.И. Шевченко, Е.М. Сологуб, В.А. Татарников, В.В. Васильев. Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. Заяв. 03.04.1997. Оpubл. 27.12.1998.

Приказ Минсельхоза России от 06.05.2022 г. № 285 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна»: (Зарегистрировано в Минюсте России 01.06.2022 г. № 68693) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 208-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов [Текст: Федер. закон: принят Гос. Думой 10 июня 2015 г.] [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

Трещёв А.И. Интенсивность рыболовства. 1983. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 236 с.

Добровольная сертификация, как гарантия качества безопасности продукции из водных биоресурсов

А.А. Каширина, А.Н. Науменко, И.А. Андреева, О. Прошкина

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»), г. Волгоград
E-mail: nas.s.r@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены условия требования Технических регламентов таможенного союза стран Евразийского экономического союза, целью которых является обеспечение продовольственной безопасности. Показана роль введенного в 2016 г. в рыбной отрасли технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» ТР ЕАЭС 040/2016. Рассмотрены изменения принятые решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 19.07.2022 N 107.

Ключевые слова: технический регламент (ТР); техническое регулирование; Евразийский экономический союз (ЕАЭС); Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК); рыбная продукция.

Российская Федерация обладает значительными запасами водных биологических ресурсов, включая особо ценные и ценные виды. Рыбохозяйственный комплекс последние годы продолжает демонстрировать положительную динамику по многим ключевым экономическим показателям. Однако сырьевая направленность российского рыбного производства и экспорта приводит к сокращению рентабельности отечественных предприятий рыбохозяйственного комплекса. Российские поставщики рыбной продукции не участвуют в ценообразовании и формировании рыночной конъюнктуры, а также недополучают значительную часть добавленной стоимости в части глубокой переработки, дистрибуции и сбыта рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов.

Основными покупателями рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов являются перерабатывающие предприятия, размещенные в странах Азиатско-Тихоокеанского региона и Европейского союза. Более 90 процентов продукции, переработанной за рубежом, в том числе частично для последующего реэкспорта, поступает конечному потребителю без указания на российское происхождение рыбы. Одним из факторов низкой конкурентоспособности российского рыбохозяйственного комплекса является отсутствие экологических стандартов в области рыболовства и рыбоводства. Разработка и внедрение экологического стандарта для сертификации продукции из водных биологических ресурсов, а также приведение стандартов качества рыбной продукции в соответствие со стандартами, применяемыми в международной практике, определены как основные приоритетные направления государственной политики в сфере развития рыбохозяйственного комплекса до 2030 года.

На совершенствование и оптимизацию структуры национальной системы стандартизации, а также уточнение видов документов в области стандартизации направлены положения Закона о стандартизации [7], который регулирует отношения, возникающие при разработке, утверждении, актуализации, отмене, опубликовании и применении документов по стандартизации, в том числе с использованием информационной системы в сфере стандартизации. Федеральным Законом о техническом регулировании [8] определено, что перечень документов в области стандартизации в результате применения, которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований принятого технического регламента должен быть опубликован и (или) размещен в информационной системе общего пользования Национальным органом по стандартизации (Росстандарт) не позднее чем за 30 дней до дня вступления в силу технического регламента. В такой перечень могут включаться национальные стандарты, и своды правил, а также международные стандарты, при этом

неприменение таких стандартов и (или) сводов правил не может оцениваться как несоблюдение требований технических регламентов.

Правовое регулирование по установлению обязательных требований безопасности пищевой рыбной продукции связано с реализацией положений Технического регламента Евразийского экономического союза [5]. Настоящий технический регламент устанавливает обязательные для применения и исполнения на территории Евразийского экономического союза (далее - Союз) требования безопасности пищевой рыбной продукции, выпускаемой в обращение на территории Союза, и связанные с ними требования к процессам производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также требования к маркировке и упаковке пищевой рыбной продукции для обеспечения ее свободного перемещения. Пищевая рыбная продукция выпускается в обращение на территории Союза при ее соответствии требованиям Таможенного союза [6], а также иных технических регламентов Союза, действие которых распространяется на данную продукцию и при условии, что она прошла оценку соответствия согласно техническому регламенту.

Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 29.08.2017 N 106 [3], в соответствии с Протоколом о техническом регулировании в рамках Евразийского экономического союза [2] утверждены: перечни стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента [6], а также перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения его же требований. Новые же перечни стандартов вступят в силу с января 2023 года в связи с принятием новых Решений Коллегии Евразийской экономической комиссии от 19.07.2022 N 107 [4].

По сравнению с предыдущей версией перечни дополнены (уточнены), актуализированы и расширены перечни товаров, в отношении которых таможенные операции совершаются в первоочередном порядке. До принятия этого решения Совета ЕЭК первоочередной порядок применялся только в отношении отдельных категорий товаров, перечисленных в Таможенном кодексе ЕАЭС. В дополнительный перечень вошли жмыхи и другие твердые остатки, получаемые при извлечении масел и жиров растительного происхождения, декстрины и прочие модифицированные крахмалы, диагностические реагенты и эмульгаторы для жиров, пресервы. Данные товары имеют широкое применение в пищевой и других отраслях промышленности, часть из них является ценным кормом для животных и используется как удобрение, другие используются в медицинских, ветеринарных, научных или производственных лабораториях, в больницах.

Пунктом 4 Протокола [2] установлено, что применение соответствующих стандартов, включенных в указанный перечень, является добровольным. Неприменение стандартов не может рассматриваться как несоблюдение требований технического регламента Союза. В случае неприменения стандартов, включенных в указанный перечень или же отсутствия стандарта, производитель рыбной продукции указывает обозначение и наименование такого стандарта или иного документа, который был задействован, однако ответственность за безопасность своей продукции берёт на себя, и оценка соответствия осуществляется на основе анализа рисков. Необоснованные решения в этой области чреватые серьезными негативными последствиями как для рыбоперерабатывающей отрасли, так экономики и развития социальной сферы в целом. Более того, техническое регулирование является одним из ключевых факторов создания эффективных условий для формирования и реализации государственной промышленной и социально-экономической политики, включая создание активной конкурентной среды, внедрение инноваций, снятие административных барьеров, устранение барьеров во внутренней и внешней торговле рыбной отрасли, увеличение на этой основе объемов инвестиций крупных государственных предприятий, а так же малых и средних рыбоперерабатывающих предприятий.

Заключение. Разработка межгосударственных стандартов направлена на обеспечение безопасности пищевой продукции. Межгосударственные стандарты являются доказательной базой соблюдения требований технических регламентов Таможенного союза ЕАЭС и

позволяют решать социальные задачи, направленные на повышение эффективности экономики и обеспечение пищевой безопасности стран Таможенного союза ЕАЭС. Следовательно, добровольная сертификация гарантирует соблюдение действующего технического регламента и является обязательным условием функционирования на рынке рыбной продукции в России, и эффективным инструментом привлечения инвестиций в рыбоперерабатывающий комплекс.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 314 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса».

2. Приложение N 9 к Договору о Евразийском экономическом союзе Протокол о техническом регулировании в рамках Евразийского экономического союза.

3. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 29.08.2017 N 106 «О перечне 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), и перечне стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования».

4. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 19.07.2022 N 107 «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), и перечне международных и региональных (межгосударственных) стандартов, а в случае их отсутствия - национальных (государственных) стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования».

5. Распоряжение Правительства РФ от 26.11.2019 N 2798-р «Об утверждении Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года».

6. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Утверждён Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. № 162. (Дата обращения: 17.05.2017).

7. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Утверждён Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.

8. Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

9. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ // Совет Федерации, 05.04.2017.

Продукция вермикультуры как полноценный корм для рыб в условиях импортозамещения в России

А.Г. Марданов, Э.Ф. Костина

Московский государственный институт международных отношений (Университет)
Министерства иностранных дел Российской Федерации, г. Москва
E-mail: elina_kostina03@mail.ru

Аннотация. В настоящее время санкционные меры, вводимые западными государствами, усугубляют проблемы ввоза зарубежных товаров на территорию Российской Федерации. В связи с уходом иностранных производителей с российского рынка, отрасль рыбохозяйственного комплекса страдает в том числе, в основном, из-за недостатка кормового сырья. В данной статье рассматривается перспектива производства корма для рыб, основанного на практиках вермикультуры, для успешного импортозамещения и восстановления отрасли рыбных хозяйств.

Ключевые слова: вермикультура, рыбохозяйственный комплекс, импортозамещение, рыбоводство.

Введение. В современных российских реалиях всю большую актуальность набирает тема импортозамещения. Выход многих иностранных компаний с российского рынка создал проблемную ситуацию в производстве, в том числе, в рыбных хозяйствах, производители которых осуществляли сырьевые закупки для рыб у зарубежных предприятий. Однако на сегодняшний день существует потребность в производстве отечественного корма в короткие сроки, которая может быть реализуема на основе вермикультуры.

Вермикультура – это культивирование червей в органическом субстрате с целью получения высококачественного органического удобрения (вермикомпоста). Данный метод можно также использовать при создании корма для рыб, в связи с тем, что вермикультура может быть использована для получения высококачественного белково-витаминного корма. В связи с этим, основной целью данного исследования является рассмотрение сильных сторон вермикультуры в качестве основного вида корма для рыбных хозяйств в условиях импортозамещения.

Основная часть. Россия с 2014 года оказалась под санкциями западных государств, в результате чего стартовала Программа импортозамещения (По данным Государственной программы РФ "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности"). По данным Федеральной службы государственной статистики, доли импорта отдельных товаров сократились – ввоз продуктов в среднем уменьшился на 10,37% за 8 лет – с 2014 до 2021 года. Ситуацию усугубили санкционные меры, которые ввели в 2022 году страны ЕС, США, Великобритания и другие (По данным Торгово-промышленной палаты РФ). В связи с этим, правительство РФ разработало эффективные меры, которые охватили весь российский рынок – появилась обновленная программа импортозамещения «Развитие промышленности и повышение конкурентоспособности».

В большинстве случаев, корма для рыбного хозяйства являлись иностранными. Однако в текущей ситуации необходимость импортозамещения очевидна, так как многие иностранные производители кормов покинули российский рынок. Основная сложность такого перехода заключается в подборе наиболее подходящих условий для производства корма в Российской Федерации. Это объясняется тем, что производство кормов по зарубежным технологиям требует большое количество средств и стоимость отечественного корма получается дороже. Решением данной проблемы представляется производство корма для рыб на основе вермикультуры. Особенность данного процесса заключается в широком спектре положительных аспектов:

- Способ утилизации органических отходов, которые могут выступать в качестве субстрата выращивания вермикултур;
- Положительное влияние на плодородие почв;
- Черви участвуют в процессах самоочищения почвы, следовательно их использование ведет к очищению и улучшению качества почв;
- Вермикултуры могут послужить высококачественным витаминно-белковым кормом для рыб (Титов, Усоев, 2012);
- Использование корма из вермикултуры может способствовать увеличению биомассы, выживаемости и плодовитости рыб (Kostecka, Paćzka, 2006);
- Использование вермикултуры позволит значительно снизить затраты при производстве корма, в сравнении с существующими типами кормов для рыб (Musyoka et al., 2020). В ходе изучения вещественного состава червей, используемых для кормления рыб, было выявлено содержание большого количества белка, который делает пищу питательной и включает весь состав необходимых аминокислот для нормальной жизнедеятельности. Например, *E. fetida* содержит сырого белка 66%-52% сухого веса (Musyoka et al., 2020). Обычно используемые виды дождевых червей в вермикомпостировании являются *Eisenia fetida*, *Lumbricus rubellus* и *Eisenia andrei*. Одним из важных аспектов также является тот факт, что после использования практик вермикултуры качество воды не меняется, а значит, что среда обитания рыб, где будет воспроизводиться кормление, будет оставаться благоприятной для их жизнедеятельности (Musyoka et al., 2020).

Существуют несколько методик по подготовке червей для использования их в качестве корма:

1. Бланширование — получение гелеобразной структуры, которая способна долгое время храниться при комнатной температуре;
2. Обработка муравьиной кислотой — получение гелеобразной структуры, путём обработки вермикултуры 3%-ой кислотой;
3. Получение сухого порошка или вермимуки — воспроизведение, бланширование и последующая сушка (Титов, Усоев, 2012).

Биомасса дождевых червей либо подается непосредственно водным организмам, либо используется в качестве белковой добавки при составлении рыбного рациона.

Также одним из важных компонентов с экономической точки зрения является количество затрат, связанных с выращиванием вермикултуры. Биотехнология вермикомпостирования использует ненасытных, полифагных, быстрорастущих и высоко репродуктивных дождевых червей для потребления большого количества органических отходов и образования большого количества вермикултуры.

Основываясь на этом, можно сказать, что метод является экономически выгодным, так как в процессе получения вермикултуры не затрачиваются средства на большое количество субстрата и на поддержание подходящих условий долгое время, ведь черви могут существовать в широком диапазоне условий среды (Musyoka, Nairuti, 2021).

Вывод. В заключение стоит отметить ключевые преимущества вермикултуры: помимо удобства производства, данный продукт является высококачественным, поскольку имеет большое содержание белков и витаминов, а также оказывает положительное влияние на процессы жизнедеятельности рыб. В сравнении с другими видами кормов, продукты вермикултуры являются экономически выгодными, так как на их производство уходит меньшее количество материальных ресурсов. Перечисленные качества говорят о высоком потенциале использования вермикултуры в качестве корма для рыбных хозяйств.

Таким образом, вермикултура является простым продуктом для масштабного производства на территории России и может быть использована в качестве нового вида корма для рыбных хозяйств, заменив зарубежные компании, ушедших с российского рынка.

Список литературы

"Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности": Государственная программа Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. N 328: утверждена постановлением Правительства РФ. URL: https://base.garant.ru/70643464/#block_100000

Титов И.Н., Усоев В.М. 2012. Вермикультура как возобновляемый источник животного белка из органических отходов // Вестник Томского государственного университета. Биология 2(18): 74-80.

Kostecka J., Paćzka G. 2006. Possible use of earthworm *Eisenia fetida* (Sav.) biomass for breeding aquarium fish // European Journal of Soil Biology, 42, Supplement 1: S231-S233, DOI: 10.1016/j.ejsobi.2006.07.029

Musyoka S.N., Nairuti R. (2021). Application of Vermicompost Fertilizer in Aquaculture Nutrition: Review. In (Ed.), Animal Nutrition - Annual Volume 2022 [Working Title]. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.100326

Musyoka S.N., Liti M.D., Ogello E., Meulenbroek P., Waidbacher H. 2020. Earthworm, *Eisenia fetida*, bedding meal as potential cheap fishmeal replacement ingredient for semi-intensive farming of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* // Aquac Res. 51: 2359–2368. DOI 10.1111/are.14579

Musyoka S.N., Liti D.M., Ogello E., Waidbacher H. Utilization of the earthworm, *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) as an alternative protein source in fish feeds processing: A review // Aquac Res. 2019; 50: 2301-2315. DOI: 10.1111/are.14091.

Объем и структура выпуска продукции из минтая в 2010-2020 гг.

А.О. Павлова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
E-mail: pavlova@vniro.ru

Аннотация. Минтай (*Gadus chalcogrammus*) постепенно завоевывает популярность у россиян и занимает третье место среди самых востребованных видов рыбы. Филе минтая – популярный у россиян продукт. По полезным качествам минтай практически не уступает другим видам тресковых. На сегодняшний день все большую долю филе минтая на российском рынке занимает отечественная продукция.

Ключевые слова: минтай, продукция, филе, импорт, экспорт, внутренний рынок

Основная форма государственной статистической отчетности по выпуску рыбной продукции № 1-натура-БМ «Сведения о производстве, отгрузке продукции и балансе производственных мощностей» не выделяет минтай отдельно в сведениях об объеме выпуска продукции. Поскольку основной объем продукции из минтая производится в море, структуру ее выпуска в показателях объема объективно представляют данные судовых суточных донесений (ССД).

В 2010-2020 гг. (таблица) средний объем выпуска продукции из минтая составил 1076,7 тыс. т (65% от массы улова), из которого пищевая продукция составила 1033,1 тыс. т (96,0% общего объема продукции). Следовательно, практически весь улов перерабатывался на пищевую продукцию.

Таблица. Выпуск российской продукции из минтая 2010-2020 гг. (данные ССД), тыс. тонн

Виды продукции	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Среднее
Улов минтая	1584,5	1579,8	1632,6	1567,2	1518,5	1623,9	1737,7	1735,4	1680,0	1731,7	1827,3	1656,2
Выработано пищевой и непищевой продукции	1090,5	1101,3	1082,8	1023,8	1016,8	1069,0	1151,8	1149,9	997,2	1052,7	1108,2	1076,7
1.Пищевая продукция	1062,2	1070,0	1048,3	988,6	983,6	1030,4	1099,3	1095,3	941,7	996,4	1048,1	1033,1
в том числе:												
свежая и охлажденная	71,3	58,3	30,6	33,1	20,3	14,0	11,9	10,1	0,9	8,4	11,1	24,5
мороженая	923,7	937,8	948,6	878,2	894,0	925,5	985,7	975,0	805,5	871,6	910,5	914,2
филе	22,8	29,0	24,7	29,5	24,2	40,2	54,2	54,0	79,4	63,9	70,1	44,7
фарш	4,7	5,0	5,5	7,1	5,4	7,9	9,2	9,8	13,0	10,0	11,0	8,1
икра	30,7	30,0	29,9	32,4	33,7	34,9	28,9	34,9	31,2	30,9	33,4	31,9
прочая пищевая и консервы	8,9	9,9	9,0	8,4	6,0	8,0	9,6	11,7	11,6	11,6	12,1	9,7
2.Непищевая продукция	28,4	31,3	34,4	35,2	33,2	38,5	52,4	54,6	55,6	56,4	60,1	43,6
в том числе:												
мука	28,1	31,3	34,4	35,2	32,9	37,9	50,7	52,7	53,9	55,4	58,8	42,8
прочая	0,3		0,013	0,028	0,26	0,607	1,8	1,9	1,7	0,964	1,3	0,9

Средний объем выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью – филе – составил 44,7 тыс. т (4,3% от общего объема пищевой продукции), увеличившись с 22,8 тыс. т в 2010 г. (2,1% от общего объема пищевой продукции) до 79,4 тыс. т (8% от общего объема

пищевой продукции) – в 2018 г., но снизившись до 70,1 тыс. т в 2020 г. (6,7% от общего объема пищевой продукции). Тогда как во второй половине 90-х годов Россия занимала ведущие позиции в производстве филе минтая и его поставке в Европу и США.

Средний за 2010-2020 гг. объем выпуска консервов и прочей готовой продукции с высокой добавленной стоимостью составил 9,7 тыс. т (0,9% объема пищевой продукции). Наблюдается тенденция к увеличению с 2014 г. (6,0 тыс. т) по 2020 г. (12,1 тыс. т).

Доля продукции с низкой добавленной стоимостью – мороженой рыбы оставалась с 2010-2020 гг. в среднем на уровне 88,5% - 87,0% в объеме пищевой продукции.

Средний объем выпуска муки составил 42,8 тыс. т, увеличившись с 28,1 тыс. т в 2010 г. до 58,8 тыс. т в 2020 г.

Средний годовой объем выпуска икры минтая составил 31,9 тыс. т, увеличившись с 30,7 тыс. т в 2010 г. до 33,4 тыс. т в 2020 г. (таблица). Тенденция роста выпуска икры в целом соответствовала тенденции роста улова.

В пересчете на сырец Россия экспортирует около 68% своего улова минтая. На внутреннем рынке остается около 32% улова – 500-550 тыс. т. Это составляет около 15% мирового улова минтая.

Анализ соотношения между объемами и составом отечественного производства, экспорта и импорта филе минтая показывают, что Россия экспортирует практически весь объем филе первичной заморозки, производимый из отечественного улова в море (примерно 70%). Это натуральный продукт высочайшего качества, очень слабо представленный на внутреннем рынке.



Рисунок. Сравнение производства, импорта и экспорта филе минтая в Российской Федерации (по данным Росстата и ССД)

Взамен Россия импортирует филе и сурими минтая, значительно худшего качества. Например, в 2014 г. Россия экспортировала 16,3 тыс. т филе минтая, а импортировала 13,3 тыс. т (рисунок). При этом средняя цена первоклассного экспортного филе минтая (1,26 \$/кг) была значительно ниже цены несопоставимо худшего по качеству импортного филе минтая (1,74 \$/кг). Цена на минтай на российском рынке находится в прямой зависимости от ситуации на мировом рынке, что характерно для всех «экспортных» продуктов. После 2014 года ситуация начала улучшаться, и доля импортного филе минтая снизилась, это говорит о том, что увеличилась доля филе отечественного производства, поступающего на внутренний рынок.

Программа по обновлению флота и, в частности, строительство судов с современными перерабатывающими фабриками позволяют нарастить производство качественной продукции. При соблюдении условий транспортировки и отсутствии нарушений температурного режима рыба попадет на стол потребителя в лучшем виде.

Немалую роль в повышении качества минтая и продукции из него играют усилия, которые прикладывают и сами рыбопромышленники. Нарастает выпуск филе и фарша высокого качества, порционной фасовки, в упаковке, для розницы и, следовательно, для конечного потребителя (таблица).

По данным Русской рыбопромышленной компании (2020) результатом судовой переработки является производство полуфабрикатов в виде замороженных тушек (с головой и без головы), замороженных филе и фарша, полностью готовых для последующей реализации и в дальнейшем для приготовления на кухне. В рознице производится лишь их порционное деление и упаковка. Головы и внутренности перерабатываются на рыбную муку, икра рыб и печень замораживаются. Полный цикл включает в себя сортировку улова, для некоторых сортов – разделку, затем заморозку и упаковку, выгрузку рыбопродукции на рефрижераторное судно. Большая часть процессов автоматизирована.

Минтай является основным из главных объектов продовольственной безопасности Российской Федерации. В последнее время продукция из минтая становится все более популярной. При более чем демократичной цене минтай по своим вкусовым и качественным характеристикам соответствует лучшим сортам рыбы. Так, белок минтая практически полностью усваивается организмом человека, что делает эту рыбу лучшим выбором для детского и лечебно-профилактического питания.

У Российской Федерации есть ресурсы и все возможности для наращивания производства продукции из минтая высокой степени переработки (филе, сурими), чтобы не только составлять конкуренцию на внешнем рынке, но и обеспечивать внутренний рынок качественной продукцией.

Список литературы

Русская рыбопромышленная компания. 2020. Неизвестный минтай. М.: PressPass, 156 с. https://russianfishery.ru/upload/pdf/MINTAI-book_14.pdf

Характеристика минтая как перспективного сырья для специализированных продуктов питания детей школьного возраста с сахарным диабетом 1 типа

Е.А. Саввина, Е.Ю. Поротикова

ФГБНУ «ВНИРО», Москва

E-mail: savvina-lena@mail.ru, porotikova.eu@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются характеристики минтая в качестве сырья для специализированного питания детей с сахарным диабетом 1 типа. Благодаря своей пищевой ценности рыба является перспективным сырьем для продуктов детского питания. По аминокислотной сбалансированности белков рыбного сырья для питания детей подходят продукты на основе минтая. Согласно проведенным исследованиям и рекомендациям Минздрава РФ, фарш минтая подходит для изготовления формованных изделий для детского питания, особенно котлет и рыбных палочек.

Ключевые слова: минтай, детское питание, специализированная пищевая рыбная продукция; рыбная продукция для детей школьного возраста, сахарный диабет 1 типа, рыбный фарш, формованное изделие, рыбные палочки.

Рациональное и сбалансированное питание детей школьного возраста – одно из важнейших условий, обеспечивающих гармоничный рост, адекватное морфологическое и функциональное созревание различных органов и тканей, оптимальные показатели психомоторного и интеллектуального развития и устойчивость ребенка к действию инфекций и других неблагоприятных внешних факторов. Питание детей с сахарным диабетом 1 типа (СД1) занимает ведущее место в компенсации заболевания, поскольку в основном именно от него зависит введение доз экзогенного инсулина. В Российской Федерации согласно клиническим рекомендациям «Сахарный диабет 1 типа у детей» (2022) оптимальное распределение макронутриентов отвечает принципам здорового питания и не отличается от здоровых детей. Однако исследования J.V. Nielsen и др. (2005) показали, что низкоуглеводная диета при терапии СД1 у подростков приводит к улучшению контроля гликемии. Вместе с тем в исследовании (Rovner, Nansel, 2009) с участием 140 молодых людей с СД1 в возрасте от 7 до 16 лет многие из них сообщили, что продукты с высоким содержанием общего жира, холестерина и насыщенных жиров были хорошим выбором для диетотерапии СД, поскольку эти продукты не содержат углеводов и позволяют легче контролировать гликемию. Одновременно в исследовании SEARCH for Diabetes in Youth сообщается о превышении рекомендуемого количества общего жира и насыщенных жиров в рационе детей с СД1 в сравнении со здоровыми детьми. Для облегчения управления гликемией и снижения риска развития осложнений заболевания целесообразна разработка специализированных продуктов питания для детей с СД1 с низким содержанием насыщенных жиров и содержащих полиненасыщенные жирные кислоты.

Авторы Е.С. Коноваленко и Л.С. Абрамова (2004) утверждают, что рыба служит источником полноценного легкоусвояемого белка, обладает высокой биологической ценностью за счет содержания незаменимых аминокислот, ненасыщенных жирных кислот, микроэлементов, а также отличается низким содержанием соединительной ткани и выраженным липотропным действием. Поэтому рыбу можно рассматривать в качестве перспективного сырья для продуктов, используемых в питании детей. По данным В.В. Гершунской и др. (2009), основываясь на значениях показателей аминокислотной сбалансированности белков рыбного сырья относительно эталонов, можно рекомендовать

для питания детей школьного возраста продукты на основе трески, минтая, толстолобика, карпа, морского окуня, горбуши и сазана.

Минтай *Theragra chalcogramma* — один из наиболее массовых видов рыб Северной Пацифики и важнейший объект отечественного и мирового промысла. По данным ФАО годовой вылов минтая в мире составляет около 3,5 млн тонн, половина из этого объема (около 1,74 млн тонн) приходится на Россию. Рыбаки США добывают 1,4 млн тонн или около 40% мировой добычи. При этом Россия значительно уступает США в переработке уловов минтая и производстве из них продукции с высокой добавленной стоимостью (филе, фарш, сурими). По данным исследования экспертов АСРФ в США среднегодовое значение уровня глубокой переработки минтая за период 2017-2020 гг. составил 92,5%, в России – всего 16,5%. Однако в 2021 г. доля продукции с высокой степенью переработки возросла до 26%. Этот результат обусловлен увеличением выпуска филе, фарша, сурими в России на введенных в эксплуатацию в 2020 г. перерабатывающих заводах, построенных в рамках механизма инвестквот. В тоже время российские рыбаки продолжают наращивать выловы на Дальнем Востоке. По данным ФАР (2022) в Дальневосточном бассейне вылов минтая превысил 520 тыс. тонн, что на 16% больше уровня 2021 года. Основной вылов приходится на районы Охотского моря, добыто 466,2 тыс. тонн минтая, что на 18% больше уровня прошлого года. В том числе в Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзонах суммарный вылов составил 343 тыс. тонн, в Северо-Охотморской подзоне освоено 121,7 тыс. тонн.

По сведениям О.Н. Анохиной (2016) наиболее предпочтительными направлениями переработки рыбного сырья являются ресурсосберегающие технологии, обеспечивающие комплексное использование сырья с минимальным воздействием на окружающую среду; использование в производстве новых видов сырья; производство продуктов здорового питания. В данном вопросе существует тенденция к увеличению до 80 % глубины переработки рыбного сырья, чему способствует разработка и внедрение множества технологий рыбных формованных изделий: кулинарных изделий (котлеты, биточки, рыбные палочки), колбас, сосисок, консервов и др. По данным Е.Л. Микулич (2016) у тушек морской рыбы после обезглавливания и потрошения частично остаются внутренние органы, на которых также остаются в различном количестве и видовом разнообразии представители паразитофауны рыб. В ходе исследований в тушках минтая было обнаружено 4 вида паразитов в разном количестве и сочетании: личинки нибелиний (*Nibelinia surminicola*), скребни рода *Rhadinorhynchus* *linloni*, личинки пирамикоцефала тюленьего (*Pyramicocephalus phocarum*) и личинки анизакид (*Anisakis simplex*). Однако стоит отметить, что все виды промысловых рыб, обитающих в морях и океанах, в той или иной степени заражены различными паразитами, поэтому факт наличия в рыбе паразитов не может служить основанием для ее выбраковки. Многие паразиты к тому же имеют столь малые размеры и встречаются в таких незначительных количествах, что не снижают товарную ценность рыбного сырья и не влияют негативно на процесс выращивания рыбы. В статье А.С. Куликовой (2019) утверждается, что для гарантии качества и безопасности продукция должна производиться из обеззараженного сырья, также программой производственного контроля должна быть предусмотрена операция «инспекция», которая обеспечивает дополнительный паразитарный контроль. Использование рыбного сырья в мороженом и измельченном виде дополнительно обеспечивает безопасность изготовленной из него продукции.

С целью изучения рынка рыбных продуктов и определения предпочтений потребителей В.К. Лукиным и Д.Д. Кушниром (2017) был проведен социологический опрос, в ходе которого выяснилось, что у 62% респондентов пользуются спросом полуфабрикаты из рыбы. Из рыбной продукции, представленной на рынке, 60% потребителей отдают предпочтение рыбным полуфабрикатам, среди которых 54% респондентов приобретают формованные рыбные продукты (котлеты, палочки, зразы и др.), 31% опрошенных отдают предпочтение рыбным палочкам. Объемы и структура потребления рыбной продукции находятся в прямой зависимости, прежде всего, от уровня доходов населения. По данным

Н.К. Луенко (2015) наиболее доступными для большого количества потребителей являются хек, минтай и пикша. В качестве одного из основных направлений эффективного использования рыб небольших размеров и пониженной товарной ценности Н.А. Студенцовой, Н.В. Креницкой (2002) была выделена выработка рыбного фарша. В ходе исследований была изучена возможность приготовления кулинарных блюд из тонко измельченного мяса рыб, таких как минтай, лемонема, менек, путассу, маркурус. Из фарша готовили формованные изделия, которые затем охлаждали и замораживали в формах при температуре -25°C . Как показали опыты, тонко измельченное мясо этих рыб хорошо формуются и сохраняют форму изделий как до тепловой обработки, так и после нее. К тому же при организации питания детей дошкольного и школьного возраста Минздравом РФ разрешены в качестве основного вида сырья для полуфабрикатов и продукции из водных биологических ресурсов, в том числе охлажденное или мороженое филе трески, пикши, сайды, тунца, хека, минтая, судака, рыбы семейства осетровых и лососевых; формованные изделия из филе и фарша перечисленных видов рыб (Гершунская и др., 2009). А.П. Ярочкин и Т.М. Бойцова (2018) уточняют, что для котлет и рыбных палочек для детского и школьного питания можно использовать только фарши из тощих рыб (минтая, песчанки) из-за возможного накопления продуктов окисления липидов. Литературные данные, проанализированные Н.К. Луенко (2015), свидетельствуют о существовании способа производства рыбных формованных изделий, который предполагает использование фарша минтая. В данном производстве фарш минтая используется как связующий компонент с целью придания продукту заданных физико-химических, структурных и органолептических свойств. Мясо минтая имеет невысокое содержание жира и большое количество влаги, однако обладает высокой эластичностью и высокой способностью к гелеобразованию.

В статье А.А. Ефимова и др. (2021) указано, что химический состав минтая представлен традиционными для животного сырья компонентами, а именно белками (15,9 г) и липидами – 0,9 г на 100 г продукта. Также мясо минтая включает набор микро- (железо, йод, кобальт, марганец, медь, хром, цинк, фтор) и макроэлементов (натрий, калий, магний, фосфор, сера, хлор), водо- и жирорастворимых витаминов группы А, В, РР, С и Е. По значению белково-водного коэффициента БВК минтай относится к белковым рыбам (0,21–0,26). Аминокислотный состав белков минтая, включающий в себя все 8 незаменимых аминокислот, что свидетельствует об их полноценности. По содержанию жира в мышечной ткани (менее 2%) минтай относится к маложирным рыбам, липиды характеризуются высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот, в том числе биологически активных ω -3 (эйкоза-пентаеновой и докозагексаеновой – так называемого «хорошего» холестерина) и физиологически необходимых (линолевой, линоленовой), являющихся незаменимыми факторами питания. Коэффициент биологической значимости жира $K_{\text{бзж}}$ минтая, представляющий собой отношение суммы ω -3 полиненасыщенных жирных кислот к массовой доле липидов в продукте, составляет в среднем 0,24, что несколько ниже $K_{\text{бзж}}$ горбуши (0,27) и выше $K_{\text{бзж}}$ кеты (0,20). Энергетическая ценность 100 г мышечной ткани минтая в среднем составляет 72 ккал, что позволяет рассматривать минтай как сырье для получения низкокалорийных диетических продуктов питания. По классификации Л.П. Миндера, минтай относится к I категории – категории столовых рыб, наиболее пригоден для приготовления первых и вторых кулинарных блюд. Все эти характеристики делают минтай перспективной основой для использования в специализированной рыбной продукции для детей с сахарным диабетом I типа.

Список литературы

Анохина О.Н. 2016. Установление срока годности рыбного кулинарного изделия. Известия КГТУ 43: 100-108.

Гершунская В.В., Абрамова Л.С., Андрюхина Е.Н., Сергеева С.Е. 2009. Теоретические основы и практические аспекты моделирования продуктов детского питания на основе рыбного сырья. Пищевая промышленность 3: 44-47.

Ефимов А.А., Мустафаева В.М., Ефимова М.В., Чмыхалов Б.А., Ващина Д.Д. 2021. Характеристика минтая как сырьевого объекта рыбной отрасли. Национальная (всероссийская) научно-практическая конференция «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». Петропавловск-Камчатский: изд-во КГТУ, 67-71.

Коноваленко Е.С., Абрамова Л.С. 2004. Рыба в детском питании. Рыбная промышленность 1: 6-8.

Клинические рекомендации Минздрава РФ «Сахарный диабет 1 типа у детей». 2022.

Куликова А.С., Титова И.М., Писарькова М.В. 2019. Проектирование рыбных полуфабрикатов для питания детей школьного возраста. Известия КГТУ 54: 116-129.

Луенко Н.К. 2015. Сравнительная характеристика мясного и рыбного сырья, используемого при производстве ветчинных изделий. Вестник Камчатского государственного технического университета 32: 30-33.

Лукин В.К., Кушнир Д.Д. 2017. Исследование потребительских предпочтений потребителей рыбных полуфабрикатов. Вестник Академии знаний 23 (4): 129-134.

Микулич Е.Л. 2016. Влияние качества потрошения морской рыбы на видовой состав паразитофауны. Животноводство и ветеринарная медицина 1: 42-46.

Российские рыбаки наращивают вылов минтая: добыто более 520 тыс. тонн. 9 марта 2022. // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://fish.gov.ru/news/2022/03/09/rossijskie-rybaki-narashhivayut-vylov-mintaya-dobyto-bolee-520-tys-tonn/> (дата обращения 20.09.2022).

Студенцова Н.А., Криницкая Н.В. 2002. Состояние и перспективы производства фаршевых изделий из рыбы. Изв. высш. учеб. заведений. Пищ. Технология 1 (266): 5–8.

Ярочкин А.П., Бойцова Т.М. 2018. Технология, процессы, технические средства получения пищевого фарша из мелких рыб и его использование. Известия ТИНРО 193 (2): 237-253. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-193-237-253

Nielsen J.V., Jönsson E., Ivarsson A. 2005. A Low Carbohydrate Diet in Type 1 Diabetes. Upsala Journal of Medical Sciences 110 (3): 267–273.

Rovner A.J., Nansel T.R. 2009. Are children with type 1 diabetes consuming a healthful diet?: a review of the current evidence and strategies for dietary change. Diabetes Educator 35(1): 97-107. Doi: 10.1177/0145721708326699

Изменения разрывной нагрузки и удлинения канатов в процессе их хранения в различных условиях

А.Е. Савченко

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
E-mail: tral-azimut@mail.ru

Аннотация. Осуществлен анализ изменения разрывной нагрузки и удлинения канатов в процессе их хранения в различных условиях, изготовленных из полиамида, полипропилена и полиэтилена, которые были разбиты на три группы. В каждую группу входили вышеперечисленные канаты. Исследования изменений механических характеристик канатных элементов по истечению 17 месяцев хранения в различных условиях проводили с применением разрывной машины DYWP – 1000.

Ключевые слова: разрывная нагрузка, удлинение канатов, полиамид, полипропилен, полиэтилен.

В период с февраля 2021 г. по июль 2022 г. были проведены исследования изменения линейных характеристик канатов, изготовленных из полиамида (ПА), полипропилена (ПП) и полиэтилена (ПЭ), которые были разбиты на три группы канатов. В группу входили вышеперечисленные канаты по 10 штук каждого вида. С этими группами имитировали технологию хранения в различных условиях. Стандартные метровые отрезки на всех испытуемых канатах изготавливали из сухого материала в помещении с постоянной положительной температурой и постоянной влажностью.

Первая группа, состоящая из 30 отрезков, являлась контрольной, не подвергалась воздействию морской воды, солнечных лучей и продолжала храниться в металлическом ангаре, в котором температура и влажность воздуха зависели от параметров внешней среды. Следующие две группы хранили на открытом воздухе под воздействием на них всех метеорологических условий (температура, влажность, туман, снег, дождь и т.д.). При этом канаты второй группы были размещены так, что на них не попадали солнечные лучи. На канаты третьей группы воздействовали вышеперечисленные метеорологические условия и солнечные лучи (Савченко и др., 2022).

Исследования изменений механических характеристик канатных элементов траля по истечению 17 месяцев хранения в различных условиях проводили с применением разрывной сертифицированной машины DYWP – 1000, изготовленной в Китае. Из каждой группы канатов брали по десять отрезков каждого вида материала, которые по одному размещали в разрывной машине, определяя разрывную нагрузку и относительное удлинение в момент разрыва. Величину относительного удлинения, рассчитывали по формуле: $\delta_L = L_n/L_p$, где L_n – средняя начальная длина отрезка каната (мм), помещенного в разрывную машину и измеренная при нагрузке 5 кг (Трещев и др., 1983), L_p – среднее удлинение каната при котором происходил разрыв. Погрешность измерения разрывной нагрузки данного прибора составляла 1,0 кг, а удлинения – 1 мм. Средние значения разрывной нагрузки и удлинения канатов из трех видов материалов, хранящихся в различных условиях, приведены в таблице, а изменение значений нагрузки на протяжении эксперимента показаны на рисунке.

В таблице показаны средние значения разрывной нагрузки и удлинения полиамидных, полипропиленовых и полиэтиленовых канатов, хранящихся в металлическом ангаре (группа 1), на открытом воздухе без воздействия на них солнечных лучей (группа 2) и хранящихся под воздействием всех метеорологических условий и солнечных лучей (группа 3).

Полиамидные канаты, хранящиеся в различных условиях (таблица), показали существенные изменения разрывной нагрузки в зависимости от условий хранения. Наиболее

прочными оказались канаты, находившиеся в металлическом ангаре, у которых разрывная нагрузка составила 590,2 кг. Минимальная разрывная нагрузка отмечена у полиамидных канатов 3 группы и составила 302,6 кг, у канатов 2 группы разрывная нагрузка составила 407,0 кг. Сравнивая между собой разрывную нагрузку полиамидных канатов, можно отметить, что у канатов 2 группы разрывная нагрузка уменьшилась на 31 %, а у 3 группы – на 49,7 % по сравнению с 1 группой. Относительное удлинение полиамидных канатов 2 и 3 групп практически одинаково и составило 42,7 и 42,8 % соответственно. У первой группы относительное удлинение составило 39,8 %. Возможно это связано с тем, что капроновые канаты 1 группы, были в большинстве своем менее влажными, чем другие.

Таблица. Средние значения разрывной нагрузки и удлинения канатов из трех видов материалов, хранящихся в различных условиях

№ группы	Материал канатов					
	ПА		ПП		ПЭ	
	Разрывная нагрузка, кг.	Удлинение, %	Разрывная нагрузка, кг.	Удлинение, %	Деформационная нагрузка, кг.	Удлинение, %
1	590,2	39,8	610,4	25,1	241,2	36,4
2	407,0	42,7	592,8	24,2	242,8	35,5
3	302,6	42,8	220,1	18,9	240,6	34,8

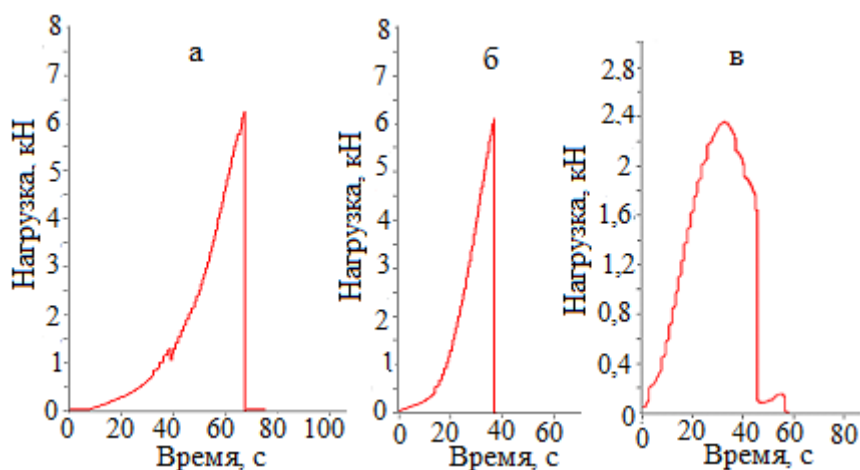


Рисунок. Изменение значений разрывной нагрузки на протяжении эксперимента с полиамидными (а), полипропиленовыми (б) и полиэтиленовыми (в) канатами.

У полипропиленовых канатов 1 и 2 групп разрывная нагрузка практически одинакова и составила 610,4 и 592,8 кг соответственно, Минимальная разрывная нагрузка отмечена у полипропиленовых канатов 3 группы и составила 220,1 кг. Сравнивая между собой разрывную нагрузку полипропиленовых канатов 1 и 3 групп, можно отметить, что у канатов 3 группы разрывная нагрузка уменьшилась на 64 %. Минимальное относительное удлинение отмечено у канатов 3 группы и составило 18,9 %.

Полиэтиленовые канаты показали удивительную стабильность разрывной нагрузки и относительного удлинения при их хранении в различных условиях. Максимальный разброс разрывной нагрузки составил порядка 0,9 %, а удлинения – 4,4 %.

Фрагменты изменения значений разрывной нагрузки на протяжении эксперимента с отдельными полиамидными, полипропиленовыми и полиэтиленовыми канатами показаны на рисунке. Для полиамидных и полипропиленовых канатов разрывная нагрузка практически одинакова и составляет порядка 6 кН, что подтверждается значениями, представленными в таблице. При этом у полиамидного каната время достижения разрывной нагрузки составило

69 секунд, а у полипропилена на 31 секунду меньше, т.е. относительное удлинение у полиамидных канатов до момента разрыва больше, чем пропиленовых, что также подтверждается данными таблицы.

Изменения значений разрывной нагрузки на протяжении эксперимента у полипропиленовых канатов существенно отличается от полиамидных и полипропиленовых канатов. Из рисунка видно, что в течение порядка 30 секунд нагрузка возрастает до максимального значения порядка 2,4 кН, но разрыва каната не происходит, канат продолжит вытягиваться с постепенным уменьшением прилагаемой на него нагрузки, и только спустя порядка 46 секунд наступает разрушение каната при нагрузке порядка 1,8 кН. В нашем эксперименте значение максимальной нагрузки, при которой не произошел разрыв каната, обозначили как деформационная нагрузка и в таблице эта нагрузка так и обозначена.

Список литературы

Савченко А.Е., Мизюркин М.А., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л., Вологов В.М. 2022. Динамика изменения линейных характеристик канатов в процессе хранения в различных условиях. Рыбное хозяйство 3: 90-96 с.

Трещев А.И., Ефанов С.Ф., Степанов Г.Н., Карпенко Э.А., Дудов В.И. 1983. Методические указания по сбору данных по селективности тралов и травматической гибели рыб, прошедших сквозь ячею кутка. М.: ВНИРО, 22 с.

Безопасность и качество рыбных риегов

С.А. Соловьева

ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: solovieva.s.99@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены основные документы стратегического планирования в области безопасности и качества рыбной продукции, проведен анализ требований технических регламентов и стандартов, обозначена проблематика идентификации риега как объекта технического регулирования и стандартизации.

Ключевые слова: риег, безопасность, качество, технические регламенты, документы по стандартизации.

Согласно Указу 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 с целью повышения качества пищевой продукции. Таким образом, технические регламенты и стандарты представляют собой инструмент управления качеством продукции.

В соответствии с пунктом 4.2 национального стандарта ГОСТ Р 51705.1-2001 для управления качеством посредством разработки системы менеджмента необходимо обладать исходной информацией о продукте. Риег из рыбы представляет собой фаршевое изделие, отличающееся от привычного паштета более крупными частицами и более волокнистой консистенцией. Такое определение является субъективной интерпретацией характеристик изучаемого продукта в силу отсутствия в настоящем времени термина «риег» в документах нормативно-правового регулирования. Являясь сравнительно новым среди рыбных продуктов, риег быстро набирает популярность в сегменте готовой к употреблению продукции. Связано это с тем, что расширение ассортимента рыбных риегов отвечает основным тенденциям развития производства и потребления рыбной продукции. В современных условиях популяризация потребления рыбы и достижение нормы рационального потребления рыбной продукции возможно за счет увеличения доли рыбной продукции глубокой переработки. Основные тенденции находят свое отражение и в документах стратегического планирования.

Так, в соответствии с разделом IV Распоряжения Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р одна из задач, выполнение которых необходимо обеспечить в рамках реализации стратегии, - это увеличение валовой добавленной стоимости за счет развития производства продукции глубокой переработки. Согласно Распоряжению Правительства РФ от 12.04.2020 N 993-р одним из целевых показателей развития рыбохозяйственного комплекса является увеличение доли продукции с высокой добавленной стоимостью в общем объеме произведенной рыбной продукции с 38 процентов на 2020 год до 65 процентов к 2030 году. При этом к продукции с высокой добавленной стоимостью относят в частности филе и фарш рыбные, пищевую продукцию из филе и фарша рыбных. Таким образом, риег представляет собой продукцию глубокой переработки с высокой добавленной стоимостью, что делает его производство ресурсоемким и экономически эффективным. В соответствии с ФЗ N 29 обращение пищевых продуктов на территории Российской Федерации невозможно без соответствия требованиям технических регламентов. Эти требования представляют базу для обеспечения безопасности продукции, без которой не может идти речь о ее качестве, так как качество пищевых продуктов - совокупность характеристик безопасных пищевых продуктов.

В соответствии со ст. 2 ФЗ N 184 технические регламенты устанавливают обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования. Риет из рыбы относится к объекту технического регулирования следующих технических регламентов: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». ТР ТС 021 и ТР ТС 022 являются общими: их требования распространяются на всю пищевую продукцию. Специальные требования установлены в узкоспециальном техническом регламенте ТР ЕАЭС 040. Из общих и узкоспециальных технических регламентов образуется система технического регулирования в области установления обязательных требований к продукции, предметно выраженных в номенклатуре показателей безопасности. Они включают микробиологические, паразитологические показатели безопасности, гигиенические требования безопасности, максимально допустимые уровни содержания остатков ветеринарных препаратов, стимуляторов роста животных в пищевой продукции аквакультуры. Конкретные нормы показателей безопасности установлены для различных групп пищевой рыбной продукции. Определение этих норм для риетов зависит от отнесения риета к группе рыбной продукции. К вопросу об отнесении риета к объекту регулирования необходимо подходить с позиции технологии. Технология изготовления этого продукта подразумевает, что он изготавливается из термически обработанной рыбы, без стерилизации, но чаще всего с применением пастеризации; получаемый продукт готов к употреблению. Эти особенности технологии позволяют отнести риет к рыбному кулинарному изделию. В соответствии с разделом II ТР ЕАЭС 040/2016 «рыбное кулинарное изделие - пищевая рыбная продукция, ...готовая к употреблению в пищу после тепловой обработки или без нее». Понятие рыбного кулинарного изделия сформулировано в общем виде, оно содержит идентификационную характеристику рыбного кулинарного изделия как продукта подвергнутого или не подвергнутого тепловой обработке. Именно такая классификация рыбных кулинарных изделий представлена в приложениях технического регламента, устанавливающих требования безопасности. Группа продукции, к которой относятся риеты, это «кулинарные изделия, подвергнутые термической обработке, включая мороженые, - рыба и фаршевые изделия, пасты, паштеты...». Так установлен уровень требований, определяющих безопасность рыбных риетов.

Технические регламенты и стандарты образуют систему нормативно-правового регулирования в области безопасности и качества рыбных риетов. Для целей управления качеством разрабатываются документы по стандартизации. В соответствии со ст. 4 ФЗ N 162 в документах по стандартизации устанавливаются общие характеристики объектов стандартизации для добровольного применения. Стоит отметить, что в национальной системе стандартизации отсутствует документ по стандартизации, устанавливающий требования к качеству рыбных кулинарных изделий. Ассортимент рыбных кулинарных изделий отличается удивительным многообразием, что усложняет определение номенклатуры показателей качества общих для всей группы продукции. В таком случае для обеспечения качества выпускаемых риетов изготовитель вправе разработать стандарт организации, в котором установить требования к качеству конкретных рыбных кулинарных изделий. Согласно Распоряжению Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года N 1364-р проблемой контроля соответствия пищевой продукции предъявляемым к ней требованиям является «недостаточность необходимых методов определения показателей качества». Более того при изучении сегмента фаршевых рыбных кулинарных изделий, представленного на рынке, нельзя не обратить внимание, что среди изготовителей существует некоторая степень неопределенности, связанная с понятийным аппаратом, определяющим фаршевые рыбные изделия. С точки зрения технологии паштеты, риеты, пасты образуют одну из подгрупп фаршевых рыбных изделий. Производители продукции включают эти понятия в качестве синонимичных в наименование, которое является одним из способов идентификации продукции. При этом в существующих документах по стандартизации эти понятия отличаются ограниченным контекстом применения. Так,

действуют межгосударственные стандарты ГОСТ 34063-2017 «Пресервы-пасты из рыбы, икры рыб и мяса криля. Технические условия», ГОСТ 7457-2007 «Консервы-паштеты из рыбы. Технические условия», которые стандартизируют понятие паст как пресервов, паштетов как консервов, однако возможности технологии позволяют изготавливать фаршевые изделия из рыбы как объект других групп продукции. То есть в указанных документах по стандартизации процесс измельчения в технологии фаршевых изделий оказывается неотделимым от процесса термической обработки, причем такие показатели, как степень измельчения, размер частиц в определениях опущены. При этом указанные понятия в других документах по стандартизации и технических регламентах отсутствуют, что вызывает трудности при попытке однозначного определения идентификационных признаков конкретного продукта, например, установлении отличий риегов от паст. Стандартизированная классификация фаршевых изделий из рыбы по степени измельчения, размеру частиц, степени однородности и другим показателям, характеризующим консистенцию как один из основных идентификационных признаков продукции, позволила бы внести соответствующие уточнения в толкование понятий и применять их к различным группам продукции. В связи с описанной проблематикой прослеживается необходимость гармонизации требований стандартов с другими документами по стандартизации и техническими регламентами.

Список литературы

ГОСТ Р 51705.1-2001 Национальный стандарт Российской Федерации «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования» введен 01.07.2001. - М.: Стандартинформ, 2009. – 11 с.

Распоряжение Правительства РФ от 12.04.2020 N 993-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года»

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года N 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года»

Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. N 2798-р «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации»

Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016), принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. № 162

Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

Федеральный закон от 02.01.2000 N 29-ФЗ (ред. от 13.07.2020) «О качестве и безопасности пищевых продуктов», принят Государственной Думой 1 декабря 1999 года, одобрен Советом Федерации 23 декабря 1999 года.

Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «О стандартизации в Российской Федерации», принят Государственной Думой 19 июня 2015 года, одобрен Советом Федерации 24 июня 2015 года.

Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «О техническом регулировании», принят Государственной Думой 15 декабря 2002 года, одобрен Советом Федерации 18 декабря 2002 года.

Биохимическая характеристика фукусовых водорослей Белого моря, рекомендации по их использованию

А.Н. Рощина, А.В. Подкорытова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: roshchina_90@mail.ru; podkor@vniro.ru

Аннотация. Представлены данные по безопасности и биохимической характеристике некоторых видов бурых водорослей порядка Fucales (*A. nodosum*, *F. vesiculosus*, *F. distichus*), произрастающих в Белом море. На основании результатов исследований разработаны рекомендации по их применению в качестве сырья для производства пищевых добавок.

Ключевые слова: бурые водоросли, фукусы, Белое море, безопасность, химико-технологическая характеристика, альгинат натрия, качество.

Добычу фукусовых водорослей преимущественно проводят в прибрежных зонах Белого моря, где сосредоточены их основные запасы. В Баренцевом и Белом морях Северного рыбохозяйственного бассейна России общие запасы водорослей порядка фукусовых (Fucales) составляют около 150 тыс. т. Рекомендуемый вылов - 15,6 тыс. т. (Глубоковский и др., 2012). Фукусы образуют обширные заросли в зоне прилива-отлива на каменистых и скалистых грунтах. Добывают промысловые виды: аскофиллум узловатый (*A. nodosum*), фукус пузырчатый (*F. vesiculosus*), фукус двусторонний (*F. distichus*), фукус зубчатый (*F. serratus*). Особое значение для исследований и производства продукции представляют альгинаты, которые применяются в качестве пищевых добавок, имеют фармацевтическое или техническое направления использования. Сырьём для производства альгинатов во всём мире до настоящего времени являются только бурые водоросли, главным образом, ламинариевые. Фукусы также используются, но в гораздо меньшей степени, так как это довольно сложное сырьё в переработке вследствие высокого содержания пигментов, влияющих на окраску альгинатов. На рисунке представлен внешний вид фукусовых водорослей Белого моря.



Рисунок. Внешний вид фукусовых водорослей Белого моря
(1 - *A. nodosum*, 2 - *F. vesiculosus*, 3 - *F. distichus*)

A. nodosum - таллом в виде крупных кустов до 150 см высотой, со сдавленно-цилиндрическими ветвями, без срединной жилки, неправильно и дихотомически разветвлёнными, с крупными воздушными одиночными пузырями. Прикрепляется подошвой, встречается на литорали и опускается в сублитораль до глубины 1,5 м. *F. vesiculosus* – таллом в виде крупных кустов высотой до 100 см, с плоскими ветвями, со срединной жилкой, с ровными или слегка волнистыми краями, дихотомически и неправильно разветвленными, обычно с парными пузырями, прикрепляется подошвой и

встречается на литорали, опускается в сублитораль до глубины 3-4 м. *F. distichus* - таллом в виде крупных кустов высотой до 80 см, с плоскими ветвями, узкими или широкими, со срединной жилкой, с ровными краями, правильно дихотомически разветвленными, с воздушными полостями - вздутиями. Морфологически очень изменчивый вид, основные заросли располагаются на глубине 0-2 м и имеют разнообразные места обитания, в том числе приурочен к среднему горизонту литорали (Блинова, 2007).

Химический состав фукусов представлен комплексом БАВ, которые проявляют разнообразную биологическую активность: сорбционную, антикоагулянтную, антивирусную, противоязвенную, противоопухолевую, выполняют роль пищевых волокон и энтеросорбентов, выводят из организма тяжелые металлы, радионуклиды и другие токсины. В связи с этим их особенно широко применяют в фармацевтической, косметической промышленности, медицине и при производстве БАД (Репина, 2005; Usoltseva et al., 2020; Подкорытова, Рощина, 2021).

В период проведения полевых работ нами заготовлены и исследованы фукусовые водоросли следующих видов: *A. nodosum*, *F. vesiculosus*, *F. distichus*, сбор которых проводили на литорали Белого моря (вблизи пос. Рабочеостровск, Республика Карелия) в благоприятную погоду в период отлива. Растения срезали ножом с камней, тщательно промывали, складывали в сетки-мешки, доставляли на берег, где водоросли сортировали по видам и высушивали естественным способом каждый вид отдельно. Сушку проводили на подвесных сетчатых сушилках, раскладывали водоросли тонким слоем. Слои водорослей периодически встряхивали вручную. Сушеные фукусы герметично упаковывали в мешки и транспортировали в лабораторию ФГБНУ «ВНИРО» (г. Москва) для исследований их качества и безопасности.

По органолептическим показателям (по внешнему виду, запаху, консистенции) сушеные фукусы соответствуют требованиям нормативно-технической документации (ТУ), предъявляемым к сушёным водорослям (таблица 1).

Таблица 1. Органолептическая характеристика сушеных фукусовых водорослей Белого моря

Наименование показателя	Характеристика и норма для всех видов фукусов
Внешний вид	Талломы чистые, твердые, эластичные, прочные.
Цвет	От буро-коричневого до тёмно-коричневого.
Запах	Свойственный, без постороннего.

Исследования показателей безопасности определяли в соответствии с требованиями ПДК, установленных в ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» и ТР ЕАЭС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по ГОСТ 26669, ГОСТ 26670, ГОСТ 31904, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 31747, ГОСТ 10444.12, ГОСТ 28805, ГОСТ 26929, ГОСТ 26927, ГОСТ 26930, ГОСТ 26932, ГОСТ 26933, ГОСТ 30178. Результаты исследований представлены в таблице 2, 3.

Таблица 2. Микробиологические показатели сушеных фукусовых водорослей Белого моря

Вид водоросли	Микробиологические показатели		
	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП (колиформы)	Плесени, КОЕ/г
<i>F. vesiculosus</i>	$1,5 \times 10^2$	не обнаружены	<10
<i>A. nodosum</i>	$<1,5 \times 10^1$		
<i>F. distichus</i>	$<1,5 \times 10^1$		
ПДК	не более 5×10^4	не допускаются в массе продукции в 1,0 г	не более 100

В целом исследования, проведенные по показателям безопасности показали, что сушеные фукусы являются безопасными и их можно использовать для приготовления пищевой, лечебно-профилактической и другой специализированной продукции. Превышений ПДК ни по одному из заявленных показателей не обнаружено. При соблюдении условий хранения сушеных фукусов (в чистых, защищенных от света, хорошо вентилируемых помещениях при температуре от +5°C до +30°C и относительной влажности воздуха не более 80%) срок годности с даты изготовления составляет не более 3 лет.

Таблица 3. Содержание токсичных элементов в сушеных фукусовых водорослях Белого моря

Вид водоросли	Содержание токсичных элементов, мг/кг			
	Мышьяк (As)	Свинец (Pb)	Кадмий (Cd)	Ртуть (Hg)
<i>A. nodosum</i>	3,83±0,29	0,53±0,063	0,21±0,026	0,1±0,014
<i>F. vesiculosus</i>	3,81±0,34	0,25±0,03	0,56±0,068	0,05±0,078
<i>F. distichus</i>	3,79±0,23	0,54±0,065	0,41±0,05	<0,0036
ПДК	5,0*	0,5*	1,0*	0,1*

Физико-химическую характеристику фукусов определяли стандартными методами в соответствии с ГОСТ 33331, ГОСТ 26185, ГОСТ 31413 и с применением современных инструментальных методов (Подкорытова, Кадникова, 2009). Результаты исследований химического состава фукусовых водорослей показали, что к осени происходит накопление минеральных веществ и белка, а количество углеводов снижается, что свойственно для данного периода (таблица 4). Отмечено отсутствие существенной разницы по содержанию основных веществ в зависимости от вида водорослей.

Таблица 4. Химико-технологическая характеристика фукусовых водорослей Белого моря

Вид водоросли	Воды, %	Содержание, % сух. в-ва				Выход альгината натрия, % сухого в-ва
		углеводов	белка (N _{общ} ×6,25)	минеральных веществ	йода	
Заготовка сырья с 25 сентября по 01 октября 2021 г						
<i>F. distichus</i>	8,8	75,91	7,57	16,52	-	10,29
<i>F. vesiculosus</i>	9,1	74,40	8,16	17,44	-	7,69
<i>A. nodosum</i>	9,3	75,83	5,58	18,59	-	20,23
Заготовка сырья с 10 по 15 октября 2020 г						
<i>F. distichus</i>	11,3	73,03	8,89	18,08	0,01	11,58
<i>F. vesiculosus</i>	9,2	73,10	8,34	18,56	0,03	6,25
<i>A. nodosum</i>	13,4	69,29	6,52	24,19	0,04	22,43

Фукусовые водоросли Белого моря (*A. nodosum*, *F. vesiculosus*, *F. distichus*) содержат комплекс БАВ, в том числе альгиновую кислоту, фукоидан, ламинаран, маннит, белки, липиды, минеральные вещества, йод в виде минеральных и органических соединений. Следует отметить, что по сравнению с бурными водорослями семейства ламинариевых, фукусовые содержат значительно больше биологически активного фукоидана – высокомолекулярного сульфатированного полисахарида. Также характеризуются комплексом пигментов и их полезными свойствами. Минеральный состав показывает присутствие полного спектра макро- и микроэлементов. Жирнокислотный состав липидов представлен триглицеридами, ненасыщенными жирными кислотами - в основном линоленовой и линолевой. Жиры растительного и животного происхождения имеют различный состав жирных кислот, определяющий их физические свойства и физиолого-биохимические эффекты. Так же фукусы характеризуются полным набором незаменимых и заменимых аминокислот, среди которых преобладающими являются глутаминовая и аспарагиновая (Усов, Билан, 2009; Игнатова и др., 2021; Подкорытова, Рощина, 2021; Рощина и др., 2022; Подкорытова и др., 2021).

Физические свойства сушёной продукции из водорослей характеризуются важным технологическим показателем таким, как набухаемость или коэффициент гидратации (КГ), который определяет максимальное увеличение объема при набухании сушёного продукта в воде и минимальное количество воды, которое может быть затрачено на их восстановление. По нашим исследованиям КГ составляет для *A. nodosum* – 5,6, для *F. vesiculosus* – 4,7, для *F. distichus* - 4,8.

Выход альгината натрия определяли по усовершенствованной методике, изложенной в (Подкорытова и др., 2021; Podkorytova, Roshchina, 2022) и изучали их качественные характеристики (таблица 5). Готовые продукты (альгинаты натрия) – это однородные аморфные сыпучие, тонкоизмельченные, рассыпчатые порошки, без запаха коричневатого цвета (разных оттенков), которые растворяются в воде с образованием вязких растворов при достаточно низких концентрациях (0,2-1%).

Таблица 5. Качественная характеристика порошков альгинатов натрия

Показатель, единицы измерения	Альгинат натрия из:		
	<i>A. nodosum</i>	<i>F. distichus</i>	<i>F. vesiculosus</i>
Заготовка сырья с 25 сентября по 01 октября 2021 г			
Воды, %	10,80	10,40	12,30
Золы, % а.с.в.	25,23	25,11	25,20
Азот общий (N _{общ}), % а.с.в.	0,34	0,30	0,32
Массовая доля альгиновой кислоты, %	74,43	77,80	74,48
pH 0,2% водного раствора	6,98	6,87	7,15
Вязкость, сП	8,99	7,69	5,59
Молекулярная масса, тыс. ед.	100,51	159,51	76,48
Заготовка сырья с 10 по 15 октября 2020 г			
Воды, %	12,42	13,69	14,53
Золы, % а.с.в.	25,01	24,80	24,92
Азот общий (N _{общ}), % а.с.в.	0,17	0,29	0,37
Массовая доля альгиновой кислоты, %	77,18	77,10	76,74
pH 0,2% водного раствора	6,94	6,85	6,97
Вязкость, сП	12,21	13,51	6,82
Молекулярная масса, тыс. ед.	155,14	142,03	91,77

Порошки альгинатов натрия хорошо высушены, содержат воды в среднем 10-14%. В допустимых пределах находятся показатели по содержанию золы (в среднем 25%), общего азота (0,1-0,3%) и альгиновой кислоты (74-77%). Наибольший технологический выход альгината натрия - из *A. nodosum* (20-22%), что выше, чем из *F. distichus* (11,58%) в два раза. Стоит отметить альгинаты натрия из *A. nodosum* и *F. distichus* характеризуются вязкостью 8-12 сП и молекулярной массой 100-160 тыс. ед., соответственно. Альгинат натрия из *F. vesiculosus* имеет низкий выход и более низкое качество по сравнению с *A. nodosum* и *F. distichus* и характеризуется вязкостью 6-7 сП и молекулярной массой 76-92 тыс. ед. Экспериментальные альгинаты натрия по микробиологическим показателям являются безопасными и могут быть использованы при изготовлении пищевых продуктов.

Заключение.

Полученные данные свидетельствуют о том, что фукусы могут быть использованы в качестве сырья для производства солей альгиновых кислот – альгинатов. Альгинаты из фукусов могут использоваться в составе пищевых, специализированных и функциональных пищевых продуктов, а также в качестве пищевой добавки.

По физико-химическим показателям альгинаты соответствуют требованиям на пищевую и могут применяться в качестве пищевой добавки, несмотря на их коричневатый цвет, особенно в продуктах с какао-порошком или шоколадом.

Разработан проект технических условий ТУ 03.11.63-163-00472124-2022 на фукусы сушёные.

Список литературы

- Блинова Е.И. 2007. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). – М.: Изд-во ВНИРО. – 113 с.
- Глубоковский М.К. и др. 2012. Сырьевая база российского рыболовства в 2012 году: Районы российской юрисдикции // Справочно-аналит. Мат-лы. М.: Изд-во ВНИРО. С. 332-333.
- Игнатова Т.А., Рощина А.Н., Подкорытова А.В. 2021. Технология экстракции комплекса пигментов из фукусов белого моря / Пищевые технологии: исследования, инновации, маркетинг: сборник трудов по мат-м I Межд. науч.-практ. конф., посвященная году науки и технологий. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГТУ». – С. 78-83.
- 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., Рощина А.Н. 2021. Морские бурые водоросли - перспективный источник БАВ для медицинского, фармацевтического и пищевого применения // Труды ВНИРО. - Изд-во ВНИРО.-Т.186. - С.156-172.
- Репина О.И. 2005.Обоснование и разработка технологии биологически активных веществ из фукусовых водорослей Белого моря. Автореф. дис. канд. техн. наук.М.:ВНИРО. 24 с.
- Рощина А.Н. Баскакова Ю.А., Подкорытова А.В. 2022. Аминокислотный состав белков некоторых фукусов Белого моря / Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: сборник мат-в III Междун. научно-практ. конф.–Керчь: ФГБОУ ВО «КГТУ». С.145-148.
- Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Котельникова Л.Х. 2021. Научно-практические основы последовательного экстрагирования фукоиданов и энтеросорбентов из бурых водорослей / А.В. Подкорытова, // Матер. IX Межд. Балтийского морского форума. Т.4. X Юбил. Межд. науч.-практ. конф. «Пищевая и морская биотехнология» Изд-во БГАРФ. Калининград – С. 112-117.
- Усов А.И., Билан М.И. 2009. Фукоиданы - сульфатированные полисахариды бурых водорослей // Успехи химии 78 (8): 846-862.
- Fucoidans from Brown Algae: Diversity of Structure and Anticancer Activity in Vitro / R. Usoltseva, N. Shevchenko, V. Surits [et al.] // Marine Drugs. – 2020. – Vol. 18. – No 1. – P. 94-95.
- Podkorytova A.V., Roshchina A. N. 2022. Technology for obtaining salts of alginic acids - alginates from Brown Algae of the order Fucales growing in the White Sea // Materials Proceedings of the International University Scientific Forum «Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA». (September 17, 2022. UAE). P. 138- 147. DOI 10.34660/INF.2022.46.49.009.

Проблемы цифровизации стандартов на пищевую рыбную продукцию

Н.Н. Харченко¹, Ю.Р. Герлова¹, Е.С. Беломытцева²

¹Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ ВНИРО («КаспНИРХ») г. Астрахань

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: natalyushka_lolo@mail.ru

Аннотация. Рыбохозяйственный комплекс страны становится всё более наукоемким, интеграция современных цифровых технологий происходит на всех этапах производства пищевой рыбной продукции, важнейшим элементом управления качества которой является стандартизация. В работе приведен перечень проблемных моментов внедрения цифровизации в стандартизацию рыбохозяйственного комплекса.

Ключевые слова: стандартизация, цифровизация, smart-стандарты, рыбоперерабатывающая промышленность

Государственная политика в области науки и технологий способствует становлению инновационного пути развития страны в зависимости от выбранных направлений. Приоритеты определяются общемировыми тенденциями развития науки и технологий, базируясь на современном уровне развития стран и их потенциале, а также рядом факторов, влияющих на формирование научно-технического прогресса. С увеличением объема автоматизации и роботизации многих процессов, задействованных практически во всех этапах производства, одним из важнейших аспектов является развитие и внедрение цифровизации, положенной в основу происходящей в настоящее время четвертой промышленной революции.

Цифровизация также является одним из драйверов экономического развития стран мира. Ввиду этого, в странах, входящих в Евразийский экономический союз (ЕАЭС), на правительственном уровне утверждены и реализуются программы, посвященные развитию цифровизации: в Республике Армения разработана «Повестка цифровой трансформации Армении до 2030 г.», в Кыргызской Республике президентом была презентована программа цифровой трансформации «Таза Коом», постановлением Правительства РК №827 от 12.12.2017 г. утверждена Госпрограмма «Цифровой Казахстан», Президентом Республики Беларусь 21.12.2017 подписан Декрет № 8 «О развитии цифровой экономики».

Россия, как одна из стран, для которых рыболовство и переработка водных биологических ресурсов является традиционной и стабильно развивающейся областью промышленности, заинтересована во внедрении цифровизации на всех этапах производства. Вопросы, связанные с развитием потенциала рыбной отрасли за счет использования новых технологий, в частности цифровых, весьма актуальны и являются предметом для активного обсуждения на международных форумах, научно-практических конференциях, мероприятиях по обмену опытом. Добыча водных биологических ресурсов и их переработка является многозвеньевой отраслью и включает в себя вылов, транспортировку, переработку добываемого сырья, реализацию готовой продукции, при этом все этапы между собой взаимосвязаны, а по отдельности – взаимозависимы друг от друга.

В качестве примеров цифровизации в рыбной отрасли Логунова Н.А. (2021) и Кузин В.И. (2021) назвали уже действующие цифровые платформы, такие как: «Витрина торгов Федерального агентства по рыболовству», спутниковая система «Гонец», Государственная Информационная Система (ФГИС) «Меркурий», «Электронный промысловый журнал», портал отраслевой системы мониторинга (ОСМ), торговая площадка «Рыба из сети», «Интернет вещей», что свидетельствует о внедрении цифровизации на этапах добычи водных биоресурсов, реализации и логистических процессов.

Цифровая трансформация экономики оказывает прямое влияние и на стандартизацию рыбной отрасли. В России 09.05.2017 г. Указом президента РФ №203 утверждена «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг.», в целях реализации которой, распоряжением правительства РФ №1632-р утверждена программа «Цифровая экономика». Одним из основных направлений программы «Цифровая экономика» является «Нормативное регулирование». Задачей данного направления является реализация комплекса мер по совершенствованию механизмов стандартизации, направленных на обеспечение соответствия системы технического регулирования и единства измерений с целью развития цифровой экономики, в том числе, в качестве ключевого вектора такого развития предполагается формирование соответствующей нормативной правовой базы, а также библиотеки действующих национальных стандартов по приоритетным направлениям в машиночитаемом формате.

Принятие данного нормативного акта способствовало необходимости разработки «Плана мероприятий («дорожной карты») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года», в соответствии с которой стандартизация должна обеспечить становление и функционирование цифровой экономики путем поэтапного перевода федерального фонда стандартов в современные высокоэффективные электронные форматы. На этапе разработки изделия, технологии, в производственных процессах могут применяться машиночитаемые цифровые документы по стандартизации, так называемые smart-стандарты (Standards Machine Applicable, Readable and Transferable). Согласно буклету онлайн-конференции «Машиночитаемые стандарты: перспективы применения в промышленности» (2022), на основе классификации Международной организации по стандартизации (далее – ИСО) и Международной электротехнической комиссии (далее – МЭК) составлена классификация машиночитаемых стандартов (рисунок). В настоящее время уже функционирует Проектный технический комитет по стандартизации ПТК 711 «Умные (SMART) стандарты», основная цель работы которого - развитие стандартизации в области информационных технологий, обеспечение своевременной разработки стандартов на высоком техническом уровне.



Рисунок. Классификация цифровизации стандартов по ИСО/МЭК

Работы в области стандартизации рыбохозяйственной отрасли осуществляются межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК/ТК 300 «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка» (далее – МТК/ТК 300). Фонд стандартов на рыбную продукцию и методы ее исследования, закрепленный за МТК/ТК

300, состоит из документов нулевого и первого уровней. Формально, стандарты первого уровня считаются машиночитаемыми, но по факту таковыми не являются. Как межгосударственные, так и российские стандарты ориентированы для использования непосредственно человеком, в то время как для машин они представляют бессмысленный набор символов. Это говорит о том, что необходимо пересматривать подход к разработке стандартов. При этом, перевод уже действующих стандартов в машиночитаемый формат второго и последующего уровней затруднен по ряду причин:

- отсутствуют документы, регулирующие правила перевода бумажных носителей в машиночитаемый формат и правила, определяющие формат и структуру цифрового стандарта второго уровня и выше;
- отсутствуют инструменты разработки цифрового стандарта второго уровня и выше;
- недостаточна квалификация кадров технических комитетов в сфере IT-технологий;
- инфраструктура предприятий не готова к применению машиночитаемых стандартов;
- часть стандартов морально устарели и требуют адаптации к современному уровню производства, а перевод неактуальных документов в цифровой формат не целесообразен.

В соответствии с Федеральным Законом Российской Федерации от 30.12.2020 г. №523-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О стандартизации в Российской Федерации", применение цифровых технологий на всех этапах разработки стандартов, становится одной из целей стандартизации. При этом, начиная с начала 2020 года, при проведении работ по национальной стандартизации членами МТК/ТК 300 применяется интернет-портал ФГИС Береста» и Интегрированная Автоматизированная информационная система Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации СНГ (далее – АИС МГС) для проведения работ по межгосударственной стандартизации.

Опыт проводимых работ показал имеющиеся недоработки в системе «Береста»: неудобный для работы интерфейс, проекты стандартов приходится направлять на рассмотрение членам Технического комитета и заинтересованным организациям, отсутствует возможность скачивания текста разрабатываемых стандартов, после завершения процессов публичного обсуждения проекты стандартов других технических комитетов недоступны для просмотра и ознакомления.

Система АИС МГС также требует внесения опциональных изменений: необходимо упростить работу с МТК, чтобы стандарты, предложенные к рассмотрению, были также отражены в МТК (путем дублирования информации по электронной почте) и, соответственно, направлялись непосредственно в секретариат МТК 300 для дальнейшего заключения по данному вопросу членами МТК.

Постепенное внедрение цифровизации в стандартизацию на этапе формирования документов, требует усовершенствования разработанных автоматизированных систем, на базе которых происходит формирование документов. На данный момент практически все принимаемые международные и национальные стандарты рыбохозяйственной отрасли ориентированы непосредственно на человека как единственного пользователя данными стандартами. И самым главным аспектом внедрения цифровых стандартов является вопрос возможности применения машиночитаемых стандартов рыбоперерабатывающей промышленностью.

Список литературы

Буклет онлайн-конференции «Машиночитаемые стандарты: перспективы применения в промышленности». – URL: <http://rgtr.ru/data/events/> (дата обращения: 23.09.2022).

Кузин В.И. Проблемы и решения цифровизации управления рыбохозяйственным бизнесом / В.И. Кузин, А.Г. Харин // Проблемы межрегиональных связей. – 2021. – Т. 1. – № 15. – С. 39-45.

Логунова Н.А. Особенности цифровой трансформации рыбохозяйственного комплекса / Н.А. Логунова, В.В. Скоробогатова // Цифровой контент социального и экосистемного развития экономики: сборник трудов Международной научно-практической

конференции, Симферополь, 23 ноября 2021 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – С. 213-215.

План мероприятий ("дорожная карта") развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года. – URL: <http://rgtr.ru/press-tsentr/1499> (дата обращения: 23.09.2022).

Опыт применения дигидрохверцетина при производстве снеков из кильки каспийской обыкновенной

Н.Н. Харченко, Е.Н. Романенкова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ ВНИРО («КаспНИРХ») г. Астрахань
E-mail: natalyushka_lolo@mail.ru

Аннотация. Установлена возможность изготовления снековой продукции из каспийской кильки обыкновенной пролонгированного срока хранения с высокими органолептическими характеристиками и применением в качестве антиокислителя дигидрохверцетина.

Ключевые слова: килька каспийская обыкновенная, дигидрохверцетин, снеки, посол, сроки хранения

Одной из тенденций продовольственного рынка является спрос на полезные продукты питания. С одной стороны, это связано с популяризацией здорового образа жизни, а с другой - ускорением темпов жизни современного общества. Отвечая на растущий спрос потребителей, рынок рыбной продукции предлагает широкий ассортимент снековой продукции из водных биологических ресурсов. Так, представлен ассортимент снеков из желтополосатого селара (желтый полосатик), анчоуса, ставриды, минтая, водных беспозвоночных. При их производстве применяются сорбиновая кислота (консервант), метафосфат и полифосфат натрия (влагоудерживающие агенты) и другие пищевые добавки. Имеются научные разработки по возможности изготовления снеков из фарша рыб в виде чипсов, крипсов, печенья.

В Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне перспективным источником для изготовления снековой продукции является килька каспийская обыкновенная. Ранее вылавливалась килька каспийская анчоусовидная и изготавливали из нее в основном консервированную, соленую и копченую продукцию. Часть добываемой кильки направляли на изготовление кормовой и технической продукции. Ввиду отсутствия специально разработанных технологий для кильки обыкновенной, продукцию из нее вырабатывают по ранее разработанным технологиям для кильки анчоусовидной.

Исследования химического состава показывают, что в зимний и осенний период килька каспийская обыкновенная относится к жирным видам рыб (содержание жира более 8 %), в весенний – к среднежирным (содержание жира от 4 до 8%).

Для изготовления снековой продукции рационально использовать сырье с небольшим содержанием жира, в связи с чем, предлагается использовать для изготовления снеков кильку весеннего периода промысла.

Жиры, содержащиеся в кильке, подвержены быстрому окислению, в связи с этим при разработке технологий изготовления пищевой продукции необходимо применение различных способов консервирования. Ряд авторов (Kulawik, P., Ozogul, F., Glew, R., and Ozogul, Y., 2013) описали один из таких методов, основанный на применении однокомпонентных или смесевых синтетических антиокислителей. Однако, из-за проблем связанных с безопасностью пищевых продуктов при использовании синтетических антиокислителей, растет интерес к применению природных антиокислителей, обладающих антиоксидантными свойствами (широко применяются экстракты розмарина, тмина, майорана, зелёного чая, эфирного масла виноградных косточек).

Самым активным антиокислителем (антиоксидантом) природного происхождения является дигидрохверцетин (далее - ДГК). ДГК входит в перечень пищевых добавок, разрешенных для применения при производстве пищевой продукции согласно требованиям Технического регламента Таможенного союза 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

Рекомендуемое его количество, в зависимости от жирнокислотного состава, составляет от 0,005% до 0,03 % к массе консервируемого продукта. Дрюцкая С.М. (2016) установила, что биологическая активность ДГК максимальна в интервале температур от 10 °С до 40 °С. ДГК плохо растворяется в воде, хорошо растворяется в спирте и кислой среде.

Опыты применения ДГК в мясоперерабатывающей промышленности, описанные Петровым О.Ю. (2018), показывают, что внесение его как компонента в рецептуры продуктов предотвращает процесс самоокисления и увеличивает продолжительность срока хранения в 1,5-4 раза, при этом сохраняется естественный вид, запах и вкус продукции, калорийность остаётся прежней, питательные качества не снижаются.

Литературный обзор показал отсутствие научных данных по возможности применения ДГК при изготовлении снековой продукции из кильки каспийской обыкновенной, что обуславливает актуальность проводимых исследований.

Цель работы: установление возможности изготовления снековой продукции из каспийской кильки обыкновенной пролонгированного срока хранения с высокими органолептическими характеристиками.

В качестве объектов исследования использовали кильку каспийскую обыкновенную мороженую (*Clupeonella cultriventris caspia*) выловленную в весенний период промысла 2022 года в северной части Каспийского моря, порошок ДГК и снеки из каспийской кильки.

Изготовление модельных образцов снеков проводили по следующей технологии: размораживание блоков кильки на воздухе до температуры в центре блока минус 2 °С. Далее рыбу промывали в проточной воде и отправляли на разделку на пласт обезглавленный без позвоночной кости. Разделанную рыбу отправляли на посол в солевом растворе плотностью 1,18-1,20 г/см³ с внесением 0,3 % порошка ДГК и 1 % лимонной кислоты до достижения массовой доли соли в полуфабрикate не менее 3,5 %. В качестве контроля использовали посол без внесения ДГК и лимонной кислоты. После достижения требуемого содержания соли кильку укладывали на перфорированные поддоны для стекания и сушки. Сушку осуществляли при естественных условиях до достижения массовой доли влаги в продукте 20 %.

Отбор проб снеков проводили в соответствии с ГОСТ 31339-2006. Массовую долю влаги, содержание соли в продукте определяли по ГОСТ 7636-85. Оценку качества ДГК проводили в соответствии с ГОСТ 33504-2015. Срок хранения опытных образцов устанавливали в соответствии с МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов».



Рисунок 1. Динамика процесса просаливания каспийской кильки обыкновенной

Результаты и их обсуждение. Размороженная килька характеризовалась высокими органолептическими характеристиками, имела плотную консистенцию. Повреждения на поверхности экземпляров отсутствовали. При разделке кильки выполнялся весовой учет отходов и потерь, в результате которого установлено, что средняя масса образцов кильки составляла 9 г, из которых 66 % составляет масса тушки с хвостовым плавником, 18 % - голова, 9 % - внутренности, 6 % - позвоночная кость. Коэффициент расхода сырья, при разделке кильки каспийской мороженой на пласт обезглавленный без позвоночной кости составляет 1,5. Так как ДГК является новым видом сырья при изготовлении пищевой

рыбной продукции, была проведена органолептическая оценка его качества. Порошок ДГК имеет горьковатый вкус, немного вяжущий, запах отсутствует, цвет кремовый, что соответствует требованиям ГОСТ 33504-2015. Положительные органолептические характеристики исследуемого порошка ДГК показали возможность его применения при производстве снеков из кильки. Динамика процесса просаливания каспийской кильки обыкновенной приведена на рисунке 1.

Анализ динамики просаливания показывает, что внесение ДГК в солевой раствор способствует интенсификации процесса. Заданная соленость в 3,5 % при внесении ДГК достигается в течение 40 минут, для контрольного образца – 60 минут.

Килька, посоленная в солевом растворе с добавлением ДГК, обладает органолептическими характеристиками аналогичными контрольному образцу. Химический состав опытных образцов соленой кильки приведен на рисунке 2.

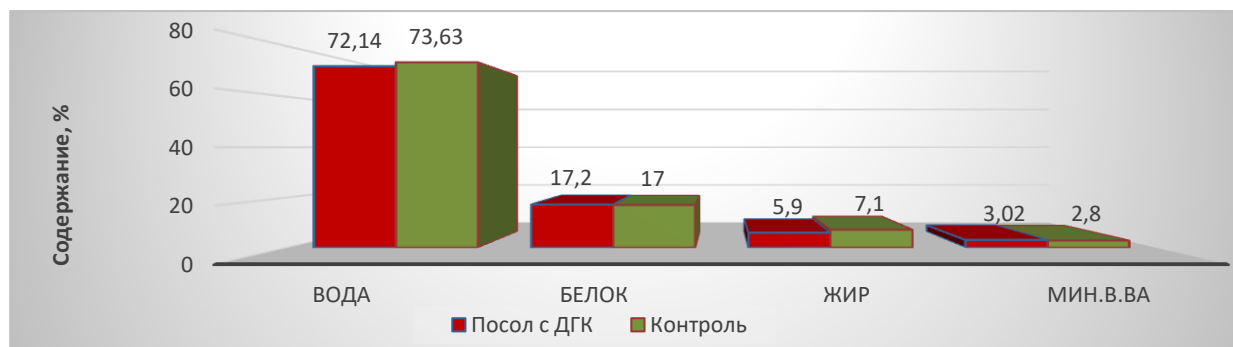


Рисунок 2. Химический состав соленой каспийской кильки обыкновенной

Внесение ДГК при посоле способствует снижению содержания жира в кильке на 1,2 %, что является благоприятным фактором при разработке технологии снеков из каспийской кильки. Снеки, изготовленные из кильки, посоленной в солевом растворе с добавлением ДГК, характеризуются приятным вкусом, плотной консистенцией.

С целью установления сроков хранения снеков, приготовленных по предложенной технологии, исследовали нарастание кислотного и перекисного числа, а также микробиологические показатели безопасности. Установлено, что снеки с добавлением ДГК имеют срок хранения 6 месяцев с момента изготовления, в то время как контрольный образец – 4 месяца.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность изготовления снековой продукции из кильки каспийской обыкновенной с высокими органолептическими показателями. Предложенная технология представляет один из вариантов ассортимента. Дальнейшие исследования направлены на определение пищевой и энергетической ценности продукции.

Список литературы

Дрюцкая С.М., Толстенко И.В. 2016. Применение экстракта лиственницы даурской в пищевой промышленности // Теоретические и практические вопросы интеграции химической науки, технологии и образования: Материалы конференции, Улан-Удэ, 20 апреля 2016 года. С. 67-76.

Петров О.Ю. Применение антиоксидантов в технологии мясных продуктов / О. Ю. Петров // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – № 20. – С. 293-296.

Kulawik P., Ozogul F., Glew R., Ozogul Y. (2013). Significance of antioxidants for seafood safety and human health. J. Agric. Food Chem. 61, 475–491. DOI: 10.1021/jf304266s

ТР ТС 029/2012. «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

Влияние способа изготовления пресервов специального посола из хамсы на качество продукции

Д.В. Штенина, Л.М. Есина, Л.А. Горбенко

Азово-Черноморский филиал ФГБНГУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

E-mail: shtenina_d_v@azniirkh.ru

Аннотация. Исследовано влияние способов изготовления пресервов специального посола из хамсы на качество готовой продукции. Показаны результаты изменений органолептических и биохимических показателей пресервов при их хранении. Результаты исследований будут учтены при пересмотре технологической инструкции (ТИ) по изготовлению пресервов специального посола.

Ключевые слова: хамса, посол, пресервы специального посола, технологическая инструкция

Хамса (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) относится к основным объектам промысла в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне (Стафикопуло, 2021). Обладая способностью к созреванию, данный вид рыб используют для производства соленой продукции, в т.ч. пресервов. Самый простой способ производства пресервов из хамсы – это изготовление пресервов специального посола, при котором сочетается воздействие сахара и пищевой соли на мышечную ткань рыбы. Производство данного вида пресервов осуществляется в соответствии с ТИ по производству пресервов специального посола, со дня разработки которой прошло 10 лет (Сборник, 2012). В связи с работой, проводимой техническим комитетом по стандартизации ТК 300 «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка» по актуализации и пересмотру стандартов на пресервы специального посола, был поставлен вопрос о пересмотре ТИ на данный вид пресервов, приведения её в соответствие с ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» и пересматриваемыми стандартами.

Согласно действующей в настоящее время ТИ по изготовлению пресервов специального посола, традиционным способом является изготовление пресервов из рыбы-сырца, охлажденной или размороженной рыбы, которая в сыром виде пересыпается посольной смесью и фасуется в банки, т.е. процесс посола рыбы осуществляется в банке. Наполненные рыбой банки направляются на выдерживание в охлаждаемую камеру для осадки рыбы при температуре воздуха от минус 1 °С до минус 4 °С, продолжительность выдерживания для осадки составляет до 20 ч.

Другой способ предполагает проведение операции посола рыбы-сырца, охлажденной или размороженной рыбы в солевом растворе до расфасовывания рыбы в банку.

Кроме рыбы-сырца, охлажденной или размороженной рыбы в ТИ также предусмотрено использование в качестве сырья соленого полуфабриката. Операция посола в данном случае не включена в технологическую схему. Однако в ТР ЕАЭС 040/2016 отсутствует такой объект технического регулирования как соленый полуфабрикат. К полуфабрикатам отнесена только кулинарная рыбная продукция, прошедшая одну стадию кулинарной обработки или более, без доведения до готовности. В связи с этим, представляется целесообразным рассмотреть возможность использования соленой хамсы по ГОСТ 32807–2014 «Рыбы анчоусовые и мелкие сельдевые соленые и пряного посола» в качестве сырья для изготовления пресервов специального посола.

Целью исследований являлось изучение влияния способа изготовления пресервов на показатели качества пресервов специального посола из хамсы, выбор рационального способа изготовления пресервов из хамсы для включения его в ТИ по изготовлению пресервов специального посола при её пересмотре (актуализации).

Объектом исследования являлись образцы пресервов специального посола, изготовленные из мороженой хамсы, заготовленной в декабре 2021 г. в Черном море. Средняя длина рыбы составляла 9,6 см, содержание воды в хамсе – 67,2 %, белка – 16,7 %, жира – 12,9 %, золы – 2,5 %. Хамса соответствовала требованиям ГОСТ 32744–2014 на мелкую мороженую рыбу, а по содержанию жира удовлетворяла требованиям ГОСТ 19988–2006 на пресервы специального посола (массовая доля жира не менее 9 %). Размораживание хамсы осуществляли на воздухе до достижения температуры рыбы от минус 2 °С до 0 °С.

Другим объектом исследования являлись образцы пресервов, изготовленные из соленой хамсы, отвечающей требованиям ГОСТ 32807–2014. Срок хранения соленой хамсы составлял 2 недели, массовая доля поваренной соли – 5,9 %, содержание воды в хамсе – 63,3 %, белка – 18,6 %, жира – 12,7 %, золы – 3,8 %, буферность – 90 град.

Массовую долю воды, белка, жира, золы, аминного (формольнотитруемого) азота определяли по ГОСТ 7636–85, органолептические показатели и массовую долю составных частей – по ГОСТ 26664–85, массовую долю поваренной соли – по ГОСТ 27207–87, буферность – по ГОСТ 18182–2014, кислотное число жира – по ГОСТ Р 55480–2018.

Были изготовлены следующие образцы пресервов специального посола из хамсы:

- образец № 1 – из сырой целой рыбы (после размораживания), посол осуществлялся посольной смесью в банке;

- образец № 2 – из целой рыбы, посоленной перед укладыванием рыбы в банку. Посол осуществляли при выдерживании размороженной хамсы в солевом растворе плотностью 1,2 г/см³ при соотношении рыба:солевой раствор, равном 1:2, в течение 2 ч при температуре не выше 15 °С. Массовая доля поваренной соли в хамсе составила 5,3 % (согласно ТИ – не более 7 %);

- образец № 3 – из целой соленой хамсы, отвечающей требованиям ГОСТ 32807–2014.

Образцы были изготовлены в соответствии с рецептурами, приведенными в ТИ по изготовлению пресервов специального посола (Таблицы 1, 2).

Таблица 1. Нормы закладки компонентов при изготовлении пресервов из хамсы специального посола (на одну учетную банку)

Номер образца пресервов	Норма закладки компонентов, г		
	рыба	посольная смесь	соле-сахарная заливка
1	320,0	30,0 (табл.2)	–
2	300,0	–	50,0 (табл. 2, рецептура 1)
3	300,0	–	50,0 (табл. 2, рецептура 2)

Таблица 2. Рецептуры посольной смеси и соле-сахарных заливок (на одну учетную банку с учетом потерь на смешивание и фасование)

Наименование компонента	Масса компонента, г		
	посольная смесь	соле-сахарная заливка	
		рецептура 1	рецептура 2
Соль пищевая	27,81	3,5	3,5
Сахар	2,50	0,8	2,4
Бензойнокислый натрий	0,30	0,3	0,3
Вода	–	48,0	46,4

Массовая доля поваренной соли в изготовленных образцах пресервов составляла 6,0–7,8 %. Массовая доля рыбы колебалась от 88,6 до 97,5 %, что выше нормы массовой доли рыбы, установленной ГОСТ 19988–2006 (не менее 85 %).

В результате органолептической оценки образцов при их хранении в течение 3 мес. при температуре минус 6±2 °С было установлено, что после первого месяца хранения пресервы обладали плотной консистенцией, поверхность верхнего слоя рыбы была

подсохшей, отмечалось наличие отдельных экземпляров рыб с механическими повреждениями кожи и брюшка.

В дальнейшем, к третьему месяцу хранения пресервов, хамса характеризовалась более мягкой, нежной консистенцией, наличием вкуса созревшей рыбы, легкому отделению мяса от кости, особенно в образце пресервов № 3, который можно было охарактеризовать как перезревший продукт. Для образца № 3 отмечено также повышенное количество рыб с механическими повреждениями кожи, которое достигало в некоторых банках до 20 % (по счету), что не соответствует ГОСТ 19988–2006, согласно которому количество рыб с повреждениями кожи не должно превышать 5 %. Почти все экземпляры рыб были с нарушением целостности брюшка. В образцах пресервов № 3 также отмечался привкус горечи, обусловленный, по-видимому, повреждением желчного пузыря.

Для оценки степени созревания определялась буферность, как наиболее часто используемый показатель при оценке степени созревания пресервов (Бражная, 2016), о степени деградации белков судили по аминному азоту (Пискунович, 2013). Результаты изменения химических показателей образцов пресервов в процессе хранения при температуре минус 6 ± 2 °С представлены в таблице 3.

Таблица 3. Изменения химических показателей образцов пресервов при хранении

Номер образца пресервов	Продолжительность хранения, сут	Буферность, град.	Азот аминокрупп, мг %	Кч, мг КОН/г жира
1	30	63,0	147,0	6,5
	60	90,0	210,0	7,5
	90	100,0	222,0	9,2
2	30	85,0	155,0	7,9
	60	110,0	205,0	8,1
	90	117,0	228,0	10,0
3	30	115,0	156,0	7,6
	60	130,0	270,0	9,4
	90	150,0	273,0	13,9

Как видно из таблицы 3, значения показателей буферности и аминного азота увеличиваются в пресервах при хранении. Более выраженные признаки созревания, установленные при органолептической оценке образца пресервов № 3, подтверждаются более высокими значениями буферности и аминного азота. Кислотное число жира также несколько выше у образца № 3 по сравнению с образцами № 1 и № 2.

Результаты исследований показали, что использование соленой хамсы в качестве сырья при изготовлении пресервов специального посола не гарантирует соответствие качества пресервов требованиям ГОСТ 19988–2006 по наличию механических повреждений и степени созревания в течение установленного стандартом срока годности (4 мес. при температуре минус 6 ± 2 °С)

Гарантирующим качество пресервов является способ, при котором рыбу подвергают посолу в солевом растворе перед укладыванием в банки. Способ производства пресервов с использованием посольной смеси и осадки рыбы в банках при температуре от минус 1 °С до минус 4 °С в течение 20 ч также обеспечивает соответствие пресервов требованиям ГОСТ 19988–2006. Однако, при выборе данного способа следует учитывать его недостатки: длительность процесса, а также потребность в значительных площадях охлаждаемых камер для выдержки пресервов с целью осадки рыбы в банке.

Список литературы

Бражная И.Э. 2016. Влияние ферментного препарата на качество пресервов в ароматизированном масле из слабосозревающих объектов промысла Северного бассейна. Вестник Мурманского государственного технического университета 19 (4): 854–860. DOI: 10.21443/1560-9278-2016-4-854-860

Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов. 2012. Том 3. Спб.: Изд-во «Судостроение», 272 с.

Стафикопуло А.М., Негода С.А. 2021. Динамика изменения показателей судового промысла хамсы в Азово-Черноморском бассейне в современный период. Водные биоресурсы и среда обитания 4 (1): 50–70. DOI: 10.47921/2619-1024_2021_4_1_50

Пискунович Д.И., Мухин В.А., Рысакова К.С., Лыжов И.И., Голикова Л.Н. 2013. Биохимические критерии оценки качества белковой составляющей копченой рыбопродукции. Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета 16 (3): 573–579.

Исследование посола медуз *Rhizostoma pulmo* с использованием дубильных веществ чая

Д.В. Штенина, Л.М. Есина, И.А. Белякова, З.Е. Ушакова

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону
E-mail: shtenina_d_v@azniirkh.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований посола азово-черноморских медуз *Rhizostoma pulmo* с использованием дубильных веществ, извлеченных из листьев зеленого чая. Разработанная технология посола обеспечивает стабилизацию текстуры медуз и получение соленой продукции с плотной консистенцией, что позволяет рассматривать данный вид медузы, как перспективное сырье для переработки.

Ключевые слова: *Rhizostoma pulmo*, медузы, посол, дубильные вещества, чай

Рост численности медуз в Азово-Черноморском бассейне, наблюдаемый в последние годы, обусловлен благоприятными условиями водной среды (высокая соленость, повышенная температура) и наличием достаточной кормовой базы (Мирзоян, 2019). В обзоре Воего (2013) излагаются рекомендации, направленные на предотвращение стремительного роста численности медуз, в перечень которых входит проведение исследований по переработке медуз на пищевые цели, что будет способствовать повышению устойчивости мирового рыболовства.

В Азовском и Черном морях в качестве потенциального объекта промысла для переработки на пищевые цели является медуза корнерот *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778). В связи высокой обводненностью сырья, первостепенной задачей при переработке медуз *Rh. pulmo* является остановка дегидратации тканей медуз, начинающейся сразу после вылова, стабилизация их текстуры.

Укрепление текстуры медуз в азиатских странах достигается в результате их посола пищевой солью с использованием алюмокалиевых квасцов. По данным Hsieh (1994; 2001) применяется посол с использованием пищевой соли в количестве 7,5-25,0 % и алюмокалиевых квасцов в количестве 1,0-2,5 % от массы медузы, поступающей на посол, по данным Nishikawa (2008) для посола используют до 70 % соли и до 20 % квасцов от массы медузы, которые добавляют поэтапно.

Такие способы переработки медуз вызывают озабоченность в связи с аккумуляцией алюминия в готовой продукции. Собственные исследования (Белякова, 2022), а также исследования, проведенные в Китае (Lin, 2016), показали высокое содержание алюминия в соленой медузе, обработанной с использованием алюмокалиевых квасцов. В связи с этим актуальна разработка технологий по обработке медуз, которые позволили бы стабилизировать их текстуру без использования алюмокалиевых квасцов.

Ранее Юферовой (2009) были проведены исследования по посолу медуз *Rhopilema asamushi* с использованием дубильных веществ, извлеченных из коры дуба. Учитывая ограниченную доступность коры дуба, целью настоящих исследований являлось использование при посоле медуз дубильных веществ зеленого чая, который рассматривался как доступный и возобновляемый источник сырья по сравнению с корой дуба.

Исследования по посолу медуз с использованием дубильных веществ зеленого чая проводили на медузе корнерот, выловленной в районе Керченского пролива (Азовское море) в период с июля по сентябрь 2022 г. Для посола использовали купол медузы.

В соответствии с ГОСТ 19885–74 для максимального извлечения дубильных веществ (танинов) следует кипятить измельченные листья чая в течение 45 мин. Данные о влиянии продолжительности экстракции на количество извлеченных дубильных веществ представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Количество извлеченных дубильных веществ чая в зависимости от продолжительности экстракции

Продолжительность экстракции, мин	Количество дубильных веществ, %	
	при n=3	среднее значение
10	4,5; 3,4; 4,0	4,0
20	6,7; 6,0; 5,5	6,1
30	9,7; 8,6; 10,7	9,7
45	11,0; 10,8; 10,3	10,7

Количество извлеченных дубильных веществ при кипячении зеленого чая в течение 30 мин (9,7 %) незначительно отличается от количества извлеченных дубильных веществ при кипячении в течение 45 мин (10,7 %). В связи с этим для извлечения дубильных веществ была принята продолжительность экстракции листьев чая при кипячении в воде в течение 30 мин.

Работы по посолу медуз при соотношении медуза: солевой раствор, равном 1:1, показали избыточное количество образующегося натурального тузлука. В целях сокращения объема посольных емкостей, рационального использования производственных площадей исследования проводили при соотношении медуза:солевой раствор, равном 1:0,5.

Посол медуз проводили при температуре 4 ± 2 °С в течение 2 суток. В результате посола медуз с использованием солевого раствора концентрацией 8 % была получена продукция с массовой долей поваренной соли от 3,6 до 3,8 %, что ниже значений массовой доли соли, установленной для малосоленой рыбы в ГОСТ 7448–2021 (от 4 до 6 %). В дальнейшем посол проводили в солевом растворе концентрацией 10 и 16 % для получения малосоленой и слабосоленой продукции, а также более плотной текстуры.

Количество зеленого чая для извлечения дубильных веществ брали из расчёта 0,25 %, 0,5 %, 0,75 %, 1,0 и 1,25 % от массы медузы, направляемой на посол. Образцы медуз, полученные с применением листьев чая в количестве 0,25 %, по текстуре были мягкими, что ассоциировалось со свежей медузой. Образцы с применением листьев чая в количестве 0,5 % по текстуре были плотнее, но из-за ощущения обильного выделения жидкости при разжевывании медузы также были отклонены и не рассматривались при дальнейшем исследовании.

Результаты посола медуз с использованием листьев чая в количестве 0,75, 1,0 и 1,25 % от массы медузы, направляемой на посол, представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Результаты посола медуз с использованием дубильных веществ, извлеченных из листьев зеленого чая (продолжительность посола 2 суток)

Наименование показателя	Количество чая, % от массы медузы, направляемой на посол		
	0,75	1,0	1,25
<i>Посол в 10 % солевом растворе</i>			
Массовая доля воды, %	95,1 \pm 0,76	95,3 \pm 0,64	94,6 \pm 0,86
Массовая доля поваренной соли, %	4,6 \pm 0,18	5,1 \pm 0,15	5,3 \pm 0,12
Выход продукции, %	59,1 \pm 4,28	58,6 \pm 3,63	57,9 \pm 3,22
<i>Посол в 16 % солевом растворе</i>			
Массовая доля воды, %	94,3 \pm 0,69	93,7 \pm 0,73	93,5 \pm 0,64
Массовая доля поваренной соли, %	5,9 \pm 0,15	6,3 \pm 0,22	6,7 \pm 0,10
Выход продукции, %	58,2 \pm 3,45	57,8 \pm 4,24	56,6 \pm 3,75

Образцы соленых медуз обладали плотной консистенцией, в образце с использованием 0,75 % листьев чая консистенция была менее плотная по сравнению с образцами при использовании 1,0 и 1,25 % листьев чая. Образцы с использованием 1,0 и 1,25 % листьев чая при разжевывании не отличались между собой по плотности. Наиболее

слабое окрашивание медузы пигментами чая отмечалось у образца с использованием 0,75 % листьев чая, более высокая степень окрашивания – у образца с использованием 1,25 % листьев чая (Рисунок).



Рисунок. Образцы медуз с использованием 0,75, 1,0 и 1,25 % листьев чая после 2 суток посола

Последующее выдерживание медуз в натуральном тузлуке с экстрактом дубильных веществ чая в течение 4-6 сут приводило к более интенсивному окрашиванию медуз и большему уплотнению текстуры. При этом значительных изменений в массовой доле поваренной соли не наблюдалось, увеличение солёности не превышало 1,0 %.

В результате проведенных исследований установлено, что посол медуз с использованием экстракта дубильных веществ, полученных из зеленого чая, взятого в количестве 1,0 % от массы медузы, направляемой на посол, обеспечивает стабилизацию текстуры медузы *Rhizostoma pulmo*, получение соленой продукции с плотной консистенцией, кремового или желтовато-коричневого цвета. Соленые медузы по микробиологическим показателям, содержанию токсичных элементов, пестицидов соответствовали требованиям технических регламентов ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016.

Соленых медуз рекомендуется использовать в составе многокомпонентных блюд, производстве пресервов в различных соусах и заливках.

Список литературы

Белякова И.А., Чернявская С.Л., Есина Л.М., Кораблина И.В. 2022. Результаты исследований по использованию алюмокалиевых квасцов для посола азово-черноморских медуз *Rhizostoma pulmo*. III Международная научно-практическая конференция «Инновационные направления интеграции науки, образования и производства» Керчь: изд-во КГМТУ, 141–144.

Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Хренкин Д.В., Афанасьев Д.Ф. 2019. Развитие популяций сцифоидных медуз *Rhizostoma pulmo* и *Aurelia aurita* в Азовском море. Водные биоресурсы и среда обитания 2 (2): 27–35. DOI: 10.47921/2619-1024_2019_2_2_27

Юферова А.А. 2009. Биотехнологическое обоснование получения пищевой продукции из промысловых медуз. Автореф. дис. канд. техн. наук. Владивосток: изд-во ТГЭУ, 24 с.

Boero F. 2013. Review of jellyfish blooms in the Mediterranean and Black Sea // General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews 92: 53.

Hsieh Y-H.P., Rudloe J. 1994. Potential of utilizing jellyfish as food in Western countries. Trends in Food Science & Technology 5 (7): 225–229.

Hsieh Y-H.P., Leong F.-M., Rudloe J. 2001. Jellyfish as food. Hydrobiologia 451 (1-3): 11–17. DOI:10.1023/A:1011875720415

Lin, S.L., Hu, J.M., Guo, R., Lin, Y., Liu, L.L., Tan, B.K. & Zeng, S.X. 2016. Potential dietary assessment of alum-processed jellyfish. Bulgarian Chemical Communications, Special Issue H, 70–77.

Nishikawa J., Thu N.T., Ha T.M., Thu P. T. 2008. Jellyfish fisheries in northern Vietnam. Plankton and Benthos Research 3(4): 227–234.

Секция

Океанология и гидрология

Сезонная и межгодовая изменчивость поля потока длинноволнового излучения в дальневосточных морях

Д.М. Ложкин¹, Г.В. Шевченко^{1,2}

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

²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия

E-mail: dima-lm@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрены среднемесячные значения потока длинноволнового излучения (Long-Wave Radiation Flux – LWRF) (1998 – 2021 гг.) в северо-западной части Тихого океана (СЗТО) и дальневосточных морях. Выявлено, что поток длинноволновой радиации, выражающий потери тепла океаном, достигает наибольших значений зимой и осенью в Японском море, в западной части Охотского моря и части СЗТО, примыкающей к восточному побережью острова Хонсю. Узкая полоса вдоль всего материкового побережья выделяется особенно в осенний период; очевидно, этот эффект обусловлен влиянием северо-западных прибрежных ветров (зимний муссон). Зимой в районах севернее 48° широты это явление менее выражено, вероятно, из-за влияния ледяного покрова. Минимальные абсолютные значения LWRF наблюдаются в июле, иногда в августе. Пространственно-временная изменчивость LWRF хорошо описывается первой модой ЕОФ, значения пространственной функции которой увеличиваются по абсолютной величине с востока на запад. В вариациях временной функции первой моды ЕОФ преобладает годовой ход с амплитудой 0,4 Вт/м², межгодовые вариации выражаются в его низкочастотной модуляции. В вариациях зимних максимумов наиболее значительна роль трехлетней составляющей, проявляющейся в восточной части Охотского моря. В колебаниях летних минимумов наиболее интересен 11-летний цикл, зона влияния которого сосредоточена на северном шельфе Охотского моря и совпадает с областью проявления аналогичной компоненты потока коротковолнового излучения.

Ключевые слова: гармоника, сезонные вариации, поток длинноволнового излучения, тренд, данные реанализа, цикличность, ледовитость, облачность.

Для Охотского моря и прилегающих к нему акваторий сформированы ряды среднемесячных значений исходящего длинноволнового излучения данным реанализа ERA5 продолжительностью в 24 года (1998–2021 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.

Наибольших (по абсолютной величине) значений данный параметр достигает зимой (см. Рисунок). Максимальные величины потока выявлены у побережья Приморья (к югу от 48° с.ш.), а также в зоне влияния теплого течения Куроисио у восточного побережья Японии и его ветви Цусимского течения у западного. Наименьшие величины наблюдаются в западной части Охотского моря и на севере Татарского пролива, в областях, традиционно покрытых льдом. Очевидно, наличие ледяного покрова препятствует потере тепла океаном зимой. Весной пространственное распределение LWRF более однородно, пространственные различия параметра невелики.

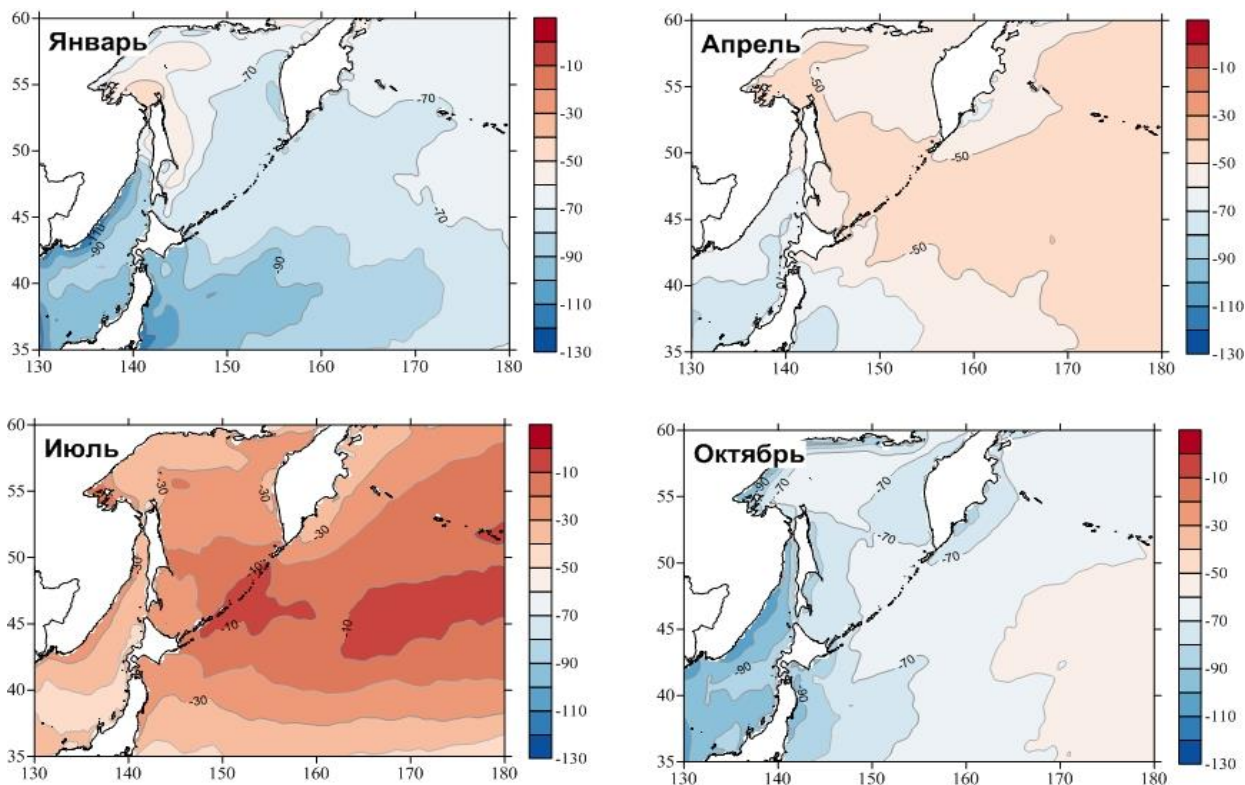


Рисунок. Среднее многолетнее значение (1998-2021 гг.) LWRF ($\text{Вт}/\text{м}^2$) в разные месяцы.

Летом поток исходящего излучения существенно ослабевает, область с самыми низкими значениями вытянута от центральной части Курильской гряды на восток примерно вдоль параллели 45°с.ш. Наиболее значимый исходящий поток отмечен на северо-западе Охотского моря, у берегов Камчатки, и, что несколько неожиданно, вдоль южной границы изучаемого района. Возможно, эта особенность обусловлена влиянием облачности, которая здесь менее плотная по сравнению с областью над 45 параллелью.

Осенью поток длинноволнового излучения достигает значений, близких к наблюдаемым в зимний период. Наибольшие величины обнаружены в сравнительно узкой полосе вдоль всего материкового побережья от залива Петра Великого на юге до пролива Невельского на севере Японского моря, а также вдоль западного и северного участков побережья Охотского моря. Эта особенность обусловлена проявлением сезонного апвеллинга, формирующегося под действием характерного для этого периода времени сильного и устойчивого ветра северо-западного румба (зимний муссон) сгонного характера.

Сезонные вариации LWRF можно описать комбинацией годовой и полугодовой гармоник. Самые высокие значения амплитуды годовой составляющей отмечены в районах, где в зимний период наблюдается наибольший поток длинноволнового излучения – прибрежные области Приморья, восточного побережья Японии и Курильских островов. В северной части Охотского моря (в замерзающих районах) и на юго-востоке изучаемой области она имеет наименьшую величину, вариации фазы незначительны, можно отметить только ее уменьшение в северо-западной части Охотского моря по сравнению с основной частью района.

Пространственное распределение и амплитуды, и фазы полугодовой гармоник имеют более сложный характер. На обширной акватории СЗТО амплитуда невелика, наибольшие ее значения ($8-10 \text{ Вт}/\text{м}^2$) отмечены в западной части Охотского моря в традиционно замерзающей акватории, и в особенности в районе Шантарских островов (до $15 \text{ Вт}/\text{м}^2$). В Японском море, помимо северной части Татарского пролива, отметим более высокую интенсивность полугодовых вариаций по центру его акватории, дать объяснение причинам этого явления затруднительно. Наблюдается заметный фазовый сдвиг между акваториями к северу и к югу от параллели 40°с.ш.

В значительной мере характер сезонных вариаций отражают также результаты разложения последовательности полей LWR по ЕОФ, так как методика ориентирована на минимизацию остаточной дисперсии, а годовой ход у изучаемого параметра является основным. Первые две главных моды разложения объясняют 97,4 и 0,8% общей дисперсии параметра соответственно.

Значения пространственного распределения (безразмерные) первой моды во всех точках акватории отрицательные (временной функции ($\text{Вт}/\text{м}^2$) – положительные). Максимальные по абсолютной величине значения пространственной функции выявлены на акватории Японского моря (за исключением северной части Татарского пролива) и у восточного берега о. Хонсю (-70 – -90 единиц). Это говорит в частности о значительных потерях тепла в этих акваториях в зимний период, что не удивительно – его запасы, очевидно, существенно больше, чем в Охотском море, и ледяной покров практически отсутствует кроме упомянутой вершины Татарского пролива. Самые низкие показатели обнаружены в удаленной части Тихого океана и в центральной Берингова моря. Это указывает на важную роль материка, в частности, идущих с него воздушных потоков, в процессах теплообмена между атмосферой и океаном.

Перейдем к однонаправленным тенденциям. Зимой на большей части исследованной акватории наблюдались положительные тренды с относительно низкими показателями ($1-3 \text{ Вт}/\text{м}^2$ за 10 лет), наиболее высокие значения отмечены в СЗТО к востоку от Камчатки. Слабые отрицательные тренды (около $-2 \text{ Вт}/\text{м}^2$ за 10 лет) обнаружены в северной и западной частях Охотского моря, а также у западного и южного побережья Хоккайдо. Тренды с абсолютной величиной более $5 \text{ Вт}/\text{м}^2$ за 10 лет у юго-западного побережья Хоккайдо, которые также наблюдаются весной и осенью, могут быть связаны с ошибками данных реанализа в этом районе.

Весной положительные тренды ($1-3 \text{ Вт}/\text{м}^2$ за 10 лет) обнаружены в южной части Охотского моря и в районе Алеутской островной дуги, в большей степени в южной части Беринговом море и в меньшей степени в прилегающей части СЗТО. Отрицательные (от -4 до $-1 \text{ Вт}/\text{м}^2$ за 10 лет) выявлены в северной части Охотского моря и в районе субполярного фронта, вдоль 40° с.ш.

Летом положительные тренды (примерно с одинаковыми значениями коэффициента линейного тренда) наблюдаются на большей части Охотского моря, в северной части Японского моря и на небольшом участке СЗТО у Алеутских островов. В южной части Японского моря и на большей части акватории СЗТО тенденции отрицательные.

Осенью однонаправленные тренды изменений потока длинноволновой радиации не выражены, значение коэффициентов линейного тренда на основной части исследуемой территории невелико.

Что касается циклических составляющих межгодовых вариаций LWRF, в вариациях зимних максимумов наиболее значительна роль трехлетней составляющей, проявляющейся в восточной части Охотского моря. В колебаниях летних минимумов наиболее интересен 11-летний цикл, зона влияния которого сосредоточена на северном шельфе Охотского моря и совпадает с областью проявления аналогичной компоненты потока коротковолновой радиации (Ложкин, Шевченко, 2022).

Список литературы

Ложкин Д.М., Шевченко Г.В. 2022. Сезонная и межгодовая изменчивость потока солнечной радиации на поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса 19(1): 253-264. DOI 10.21046/2070-7401-2022-19-1-253-264.

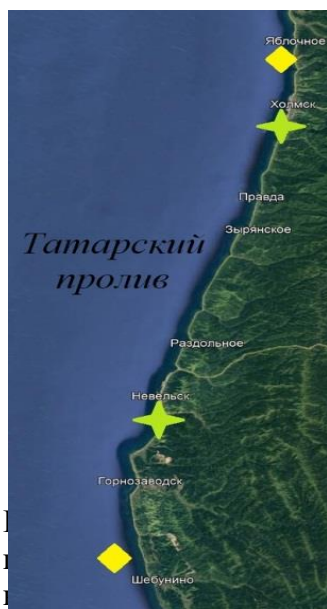
Ветровой апвеллинг у юго-западного побережья острова Сахалин

В.Е. Марыжухин, Г.В. Шевченко

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск
E-mail: jonug.27@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены материалы инструментальных измерений температуры воды и гидростатического давления в прибрежной юго-западной зоне острова Сахалин на полигонах мониторинга за полями ламинарии в Антоново и Шебунино, выполненные в 2020 и 2021 гг. Предметом данной работы являются резкие понижения температуры и гидростатического давления (уровня моря) морской воды продолжительностью несколько суток. Выявлено, что понижения температуры морской воды наблюдались при сгонных юго-восточных, восточных или северо-восточных ветрах. Проанализированные материалы позволяют сделать вывод, что у юго-западного побережья острова Сахалин периодически наблюдается апвеллинг, индуцированный ветром.

Ключевые слова: температура морской воды, уровень моря, направление ветра, ветровой апвеллинг, юго-запад острова Сахалин



Антоново (северный полигон) и Шебунино (южный полигон); береговые метеостанции в городах Холмск и Невельск

Рисунок 1. места постановки логгеров на полигонах Антоново (северный полигон) и Шебунино (южный полигон); береговые метеостанции в городах Холмск и Невельск

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» в течение многих лет проводит работы по мониторингу состояния полей ламинарии у юго-западного побережья Сахалина. Это обусловлено тем фактом, что наметилась опасная тенденция замещения этого ценного пищевого продукта на кораллиновые водоросли (явление Исояке), не представляющие хозяйственного значения (Балконская, 2007). Данное событие создает серьезную угрозу для состояния запаса ламинарии и сказывается на объемах ее добычи. Работы по мониторингу включают визуальные осмотры полей ламинарии, а также контроль гидрологических и гидрохимических показателей морской воды на нескольких полигонах. В настоящей работе мы рассмотрим данные, полученные с двух полигонов – Антоново и Шебунино. В 2020 г нами получены данные с северного полигона Антоново – участок побережья, находящийся вблизи села Яблочное; в 2021 г на южном полигоне Шебунино – в районе села Шебунино (рисунок 1). Во время проведения работ (примерно с мая по октябрь) с моторной лодки устанавливался логгер – измеритель температуры морской воды и гидростатического давления, которое пересчитывалось в колебания уровня моря. Это было сделано с целью постоянного наблюдения за вариациями термических условий во время роста ламинарии в течение теплого сезона года, включавшего период спороношения. В процессе обработки данных были выявлены случаи резкого понижения температуры воды в прибрежье, исследование которых и составило предмет данной работы.

20 мая 2020 г на полигоне Антоново в поле ламинарии была произведена установка логгера на глубине около 5 м. Поднятие было выполнено 27 октября 2020 г, длина полученного ряда 23035 значений. В Шебунино установка была выполнена 24 мая на аналогичную глубину и поднята 27 октября 2022 г, длина ряда составила 22 459 отсчетов. Дискретность измерений в обоих случаях составила 10 мин. На фоне общего подъема весной и снижения

температуры морской воды осенью выделялись резкие снижения этого показателя более чем на 10°C за несколько часов. Температура воды держалась на низких отметках несколько суток, после чего наблюдался такой же резкий ее подъем до прежних значений. Подобные ситуации чаще всего наблюдаются у юго-восточного побережья Сахалина благодаря преобладанию в теплый период года ветров южного и юго-западного румбов (летний муссон), которые там носят характер отжимных и формируют прибрежный апвеллинг (Шевченко, Кириллов, 2017). У юго-западного побережья это явление наблюдается эпизодически, при отжимных ветрах восточного и близких к нему румбов (от прямого действия сгонных ветров этого направления изучаемый район прикрыт горами, что может ослаблять его воздействие на морскую поверхность).

Для оценки возможного влияния ветра на понижения температуры на полигонах мониторинга, привлекались данные наблюдений за скоростью и направлением ветра на береговых метеорологических станциях в городах Холмск (для Антоново) и Невельск (для Шебунино). Данные метеорологических измерений, выполненных в стандартные сроки 8 раз в сутки, брались с сайта открытого доступа www.gp5.ru.

На рисунке 2 представлен график вариаций температуры морской воды и уровня моря в Антоново. Они имеют вполне закономерный характер постепенного прогрева с 5°C в третьей декаде мая до 20°C во второй половине августа, после чего началось плавное снижение параметра до 12°C в конце октября. На этом фоне четко выделяются 6 случаев резких понижений температуры. Подробно рассмотрим один из них, отмеченный в период с 7 по 12 августа.

В это время наблюдалась стадия максимального прогрева прибрежной акватории.

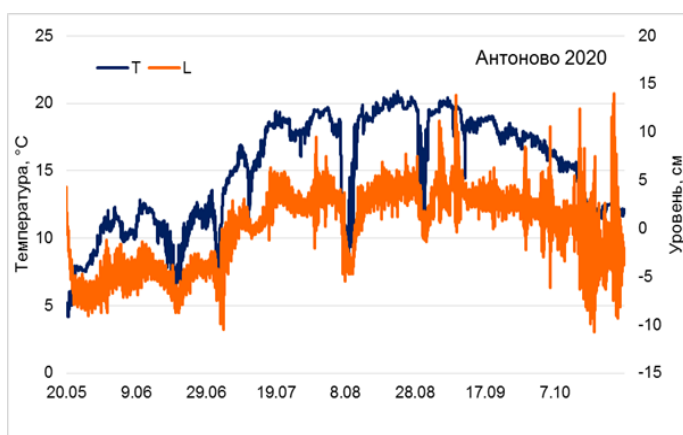


Рисунок 2. Вариации температуры морской воды и уровня моря в Антоново за период с мая по октябрь 2020 г. — температура морской воды $^{\circ}\text{C}$, — уровень моря, см

Температура начала снижаться в 10 утра с 19°C и к концу суток достигла 10°C , минимум $7,5^{\circ}\text{C}$ был отмечен 9 августа в 4 утра, а к полудню 12 августа значения вернулись на начальную отметку. Этому событию предшествовало усиление ветра юго-восточного и восточного румбов до $6-7$ м/с 4-5 августа. Затем скорость ветра уменьшилась до $2-4$ м/с, он стал менее устойчивым по направлению, меняясь от юго-юго-восточного до северного, но сохранял сгонный характер до середины дня 11 августа. Затем установилось типичное для летнего сезона преобладание ветров южного и юго-западного румбов.

На рисунке 3 представлены графики вариаций температуры морской воды и уровня моря на полигоне Шебунино за период исследований с мая по октябрь 2021 г. Общий сезонный ход термических условий сходен с рассмотренным выше в Антоново, только прогрев на южном участке мониторинга был более быстрым (начинался с более низкой отметки 3°C и достиг максимума $21,6^{\circ}\text{C}$ в третьей декаде июля). Также более быстрым, чем на северном полигоне в предшествующем году, происходило охлаждение прибрежной акватории, в среднем до 5°C .

На этом фоне еще более резкими выглядят понижения температуры, ее значения опускались до более низких отметок (менее 3°C). Рассмотрим более детально две ситуации, имевшие место 7-12 августа и 12-17 сентября. Отметим, что эти изменения температуры также сопровождалось понижением уровня моря – сгонами величиной $10-15$ см. В обоих случаях наблюдался умеренный ветер около 3 м/с юго-восточного румба. Впрочем, как уже отмечалось выше, метеостанция в Невельске прикрыта горами с восточного направления, и ветер этого и близких румбов заметно ослабляется, в то время как в районе Шебунино из-за

наличия долины (см. рис.1) этого, скорее всего, не происходит. При перестройке атмосферной циркуляции к ветрам южного и юго-западного направления, значения температуры быстро возвращаются к обычным отметкам 17–20°C.

В результате анализа материалов наблюдений за гидрометеорологическими

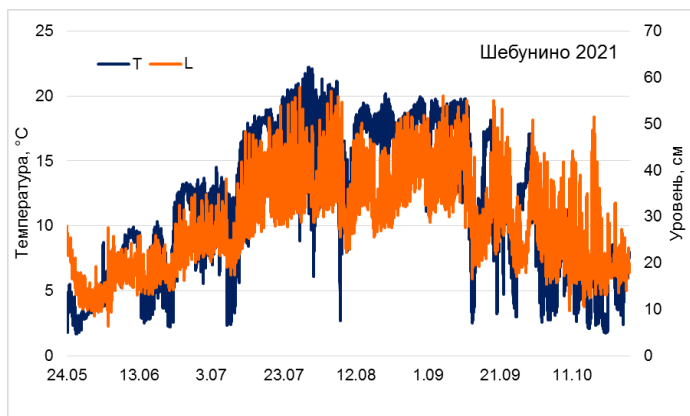


Рисунок 3. Вариации температуры морской воды и уровня моря в Шебунино за период с мая по октябрь 2021 г. — температура морской воды °C, — уровень моря, см

условиями, полученными в прибрежной зоне юго-западного Сахалина на полигонах мониторинга ламинарии, обнаружены случаи резкого понижения температуры морской воды до 2,5–3°C. Такие события наблюдаются сравнительно редко, 5–6 раз в год, и их продолжительность составляет 3–5 суток. Данному явлению обычно предшествует усиление отжимных ветров восточного, юго-восточного или северо-восточного румба. При перестройке атмосферной циркуляции к типичным для теплого периода года ветрам южного и юго-западного румбов температура морской воды

быстро возвращается к обычным значениям 17–20°C. Понижения температуры наблюдались на фоне аналогичных вариаций уровня моря – сгонов величиной 10–15 см, которые также формируются при отжимных ветрах. Это позволяет отнести выявленные случаи понижения температуры к проявлению ветрового апвеллинга.

Список литературы

Балконская Л.А. 2007. Многолетняя динамика распределения сообщества ламинариевых водорослей в прибрежной зоне юго-западной части о. Сахалин (Японское море) по теме «Промысловые водоросли прибрежной зоны»: Отчет о НИР (промежут.) / Отв. исполн. Л.А. Балконская. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 40 с. Арх. СахНИРО, Инв. № 10436.

Шевченко Г.В., Кириллов К.В. 2017. Вариации температуры воды у побережья о. Сахалин по данным инструментальных измерений. Метеорология и гидрология 3: 68-78.

Влияние прилива на водообмен через пролив Лаперуза

В.Е. Марыжихин, Г.В. Шевченко

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск
E-mail: jonyr.27@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены материалы гидрологических съемок на разрезе S1 на фазу прилива в теплый и холодный периоды года, выполненные в проливе Лаперуза. Установлено существование двух противоположно направленных потоков (течение Соя и его противотечение).

Ключевые слова: температура морской воды, соленость морской воды, приливные течения, юго-запад острова Сахалин

Особенности водообмена через пролив Лаперуза между Японским и Охотским морями, воды которых существенно различаются по своим характеристикам (первые характеризуются более высокой температурой и соленостью), а также сезонная изменчивость представляют большой интерес. По некоторым аспектам этой проблемы, прежде всего по вопросу наличия в северной части пролива противотечения течению Соя, до настоящего времени не установилось единой точки зрения. Так, еще в конце XIX века выдающийся русский ученый С.О. Макаров установил, что имеет место постоянный поток из Японского моря в Охотское, при этом на фазе прилива в результате взаимодействия приливной волны с подводной возвышенностью в районе скалы Камень Опасности происходит подъем холодной воды и вынос ее в юго-восточную часть Татарского пролива (Макаров, 1950). Однако в некоторых более поздних исследованиях (Леонов, 1948; Danchenkov et al., 1999) констатировалось наличие противотечения.

В 1995-2000 годах проводилось совместное российско-японское исследование кормовой базы рыб и условий окружающей среды в проливе Лаперуза и прилежащих водах Японского и Охотского морей. Программа работ включала повторные океанологические съемки на стандартизованной сети разрезов. В частности, на основе этих измерений было показано, что в проливе наблюдаются аномально сильные приливные течения, которые при определенных астрономических условиях могут достигать скорости 6 узлов (Шевченко, 2005). Очевидно, что при таких скоростях приливного потока, более сильного у мыса Крильон и уменьшающегося в южной части пролива, результаты океанологических съемок сильно зависят от того, на какой фазе прилива они были выполнены.

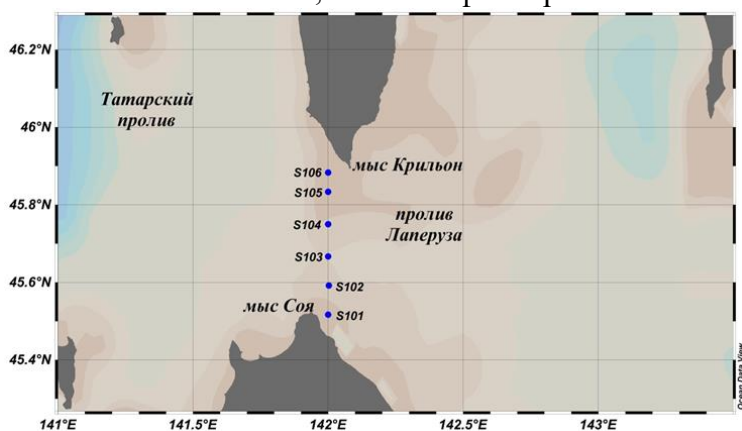


Рисунок 1. Схема гидрологического разреза S1.

● - гидрологическая станция.

В данной работе принята попытка сгруппировать океанологические съемки, выполненные на стандартном разрезе S1 (пересекает пролив Лаперуза по 142° параллели от мыса Крильон до мыса Соя, рисунок 1), по фазам прилива. Наибольшее внимание уделялось съемкам 1995–1997 годов, выполненные совместно с японскими специалистами.

Как отмечалось выше, в данной работе рассмотрены океанологические данные,

полученные на фазу прилива. Установлено, что во время фазы прилива в исследуемом районе приливная волна распространяется из Охотского моря в Японское, и наблюдается

процесс выноса более холодной и менее соленой воды в юго-восточную часть Татарского пролива. Приведем два характерных примера.

Первый относится к зимнему сезону (рисунок 2), когда, как показано в работе Г.В. Шевченко (2018), наблюдается поток охотоморской воды с низкой соленостью вдоль западного побережья полуострова Крильон на север, то есть когда противотечение течению Соя однозначно существует. Тем не менее, на фазе прилива поток охотоморской воды в проливе более интенсивный, чем можно ожидать исходя из соотношений высот уровня в Японском и Охотском морях. Температура воды в северной и южной частях разреза различается более чем в два раза – у полуострова Крильон она менее 3°C, а вблизи японского берега более 8°C (рисунок 2а). Градиент солености также очень велик – вблизи мыса Соя значения параметра более 34, а у российского побережья менее 32,5 psu (рисунок 2б).

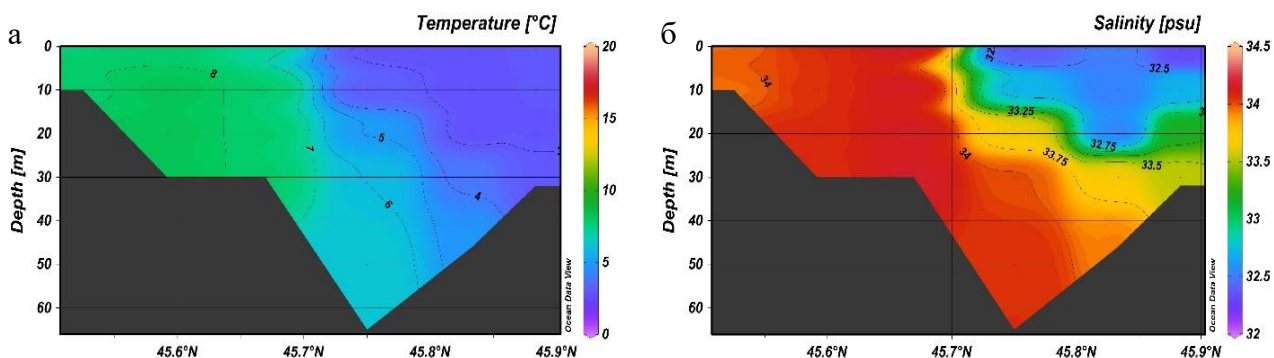


Рисунок 2. Вертикальные распределения температуры (а, °C) и солености (б, psu) на разрезе S1 в декабре 1996 года

С точки зрения рассматриваемой проблемы более важно показать влияние прилива в теплый период года, когда уровень в Японском море выше, чем в Охотском, что и обеспечивает поток теплого течения Соя. На рисунке 3 приведены вертикальные распределения температуры (рисунок 3а) и солености (рисунок 3б) на этом разрезе в июле 1997 года. Также, как и в случае выше, наблюдаются значительные различия в значениях океанологических параметров в северной и южной части разреза. Так, температура в район мыса Крильон составляла около 6°C, а у мыса Соя в три раза выше. Соленость на самой северной станции была очень низкой для изучаемого района, около 32 psu, тогда как на южных станциях соответствовала многолетним нормам.

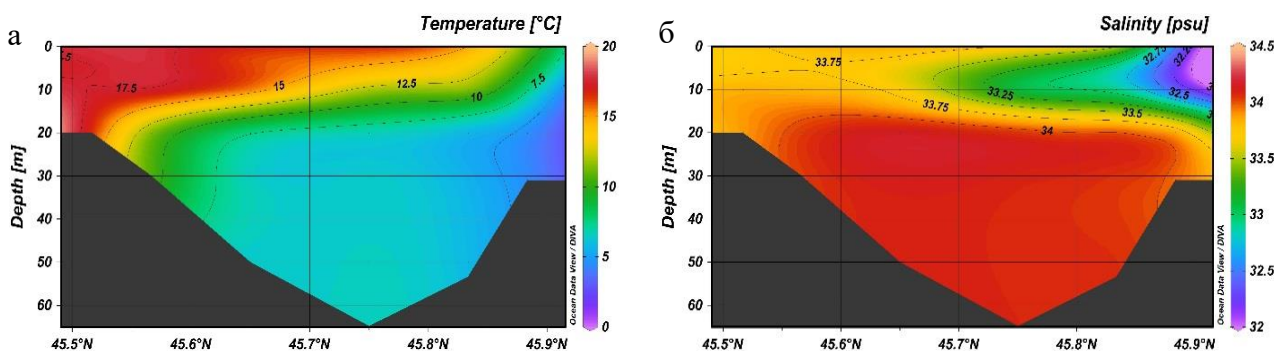


Рисунок 3. Вертикальные распределения температуры (а, °C) и солености (б, psu) на разрезе S1 в июле 1997 года

Таким образом, на основании анализа распределения океанологических параметров на разрезе S1, очевиден вывод о наличии двух противоположно направленных потоков в проливе Лаперуза.

Список литературы

- Леонов А.К. 1948. Водные массы Японского моря. Метеорология и гидрология 6: 61-78.
- Макаров С.О. 1950. Океанографические работы. М.: изд-во «Географгиз», 280.
- Шевченко Г.В., Кантаков Г.А., Частиков В.Н. 2005. Анализ данных инструментальных измерений течений в проливе Лаперуза. Известия ТИНРО, 140: 203-227.
- Шевченко Г.В., Частиков В.Н., Марыжихин В.Е. 2018. Сезонные вариации морских гидрологических характеристик у юго-западного побережья острова Сахалин. Метеорология и гидрология 12: 98-104.
- Dantchenkov M.A., Aubrey D., Riser S. 1999. Oceanographic features of La Perouse Strait. PICES Sci. Reports. Sidney, BC, Canada, 12: 159–171.

Первичная продукция в эстуарии р. Киевка в весенний сезон

А.С. Курносова¹, М.А. Шульгина²

¹Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

²ФГБУН «Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского (ННЦМБ) ДВО РАН», г. Владивосток

E-mail: anna.vazhova@gmail.com

Аннотация. На основе комплексных исследований, проведенных в эстуарии р. Киевка в мае 2020, рассмотрены особенности изменений по градиенту солёности концентраций фосфатов в зоне смешения и проведен анализ о пространственном распределении биомассы фитопланктона. Высокие концентрации фитопланктона в эстуарной области р. Киевка отмечены на границе внешнего эстуария, при этом измеренная биомасса фитопланктона (от 0,05 до 0,21 г/м³) на протяжении всего эстуария практически совпадает с рассчитанной по балансу фосфатов величиной первичной продукции (от 0,02 до 0,23 г/м³км). Показано, что в эстуарии р. Киевка, воды которой весной сравнительно бедны биогенами, первичная продукция обеспечивается за счет фосфатов, минерализованных во внутреннем эстуарии.

Ключевые слова: эстуарий, бухта Киевка, первичная продукция, биомасса фитопланктона, фосфаты.

В зоне эстуария при переходе из речной зоны к морю концентрации биогенных элементов могут резко и разнонаправленно меняться либо под действием процессов продуцирования, либо при деструкции органического вещества (McLusky, Elliott, 2004). Ранее, по балансу фосфатов было показано (Важова, Зуенко, 2015), что продукционные процессы локализуются во внешней части эстуарной зоны, а деструкция происходит в основном во внутреннем эстуарии. Однако величины первичной продукции, рассчитанные по утилизации фосфатов, сравнивали только с литературными данными. Чтобы определить зоны преобладания продукции и деструкции органического вещества и сравнить величину первичной продукции, рассчитанную по балансу фосфатов и фактическую биомассу фитопланктона в эстуарии р. Киевка, были рассмотрены особенности изменений по градиенту солёности концентраций фосфатов в зоне смешения и проведен анализ о пространственном распределении биомассы фитопланктона.

Река Киевка (длина — 105 км, площадь бассейна — 3 120 км²) впадает в Японское море в бухту Киевка, расположенную на юго-востоке Приморского края. Полевые исследования в эстуарии р. Киевка были проведены в мае 2020 г. Температуру и солёность измеряли океанологическим зондом RINKO с интервалом по глубине 0,5 м, прозрачность — диском Секки, пробы для лабораторных определений отбирали на поверхности и у дна (при глубине более 1 м) при помощи батометра Нискина. Фитопланктонные пробы объемом 1 литр отбирали в пластиковые емкости, фиксировали раствором Утермеля до бледно-желтого цвета и концентрировали методом осаждения (Utermöhl, 1958). При подсчете клеток микроводорослей использовали камеру типа Нажотта объемом 0,05 мл (Федоров, 1979). Биомассу микроводорослей оценивали объемным методом, используя литературные данные измерения объема клеток каждого вида (Нестерова, Василенко, 1986; Sun, Liu, 2003). Видовую идентификацию проводили под световым микроскопом Carl Zeiss Axio Vert.A1. (Германия).

Лабораторные гидрохимические определения выполнены по стандартным методикам (Руководство..., 2003). Спектрофотометрические определения проводили на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 (Япония). Для количественной оценки продукционно-

деструкционного баланса использована методика, основанная на анализе неконсервативных изменений концентрации неорганического фосфора в зоне смешения речных и морских вод (Liss, 1976; Михайлов, 1997; Звалинский и др., 2005; Гордеев, 2012), усовершенствованная автором (Важова, Зуенко, 2015), с учетом возможного влияния на концентрацию фосфора в эстуариях водообмена с богатыми биогенными веществами подповерхностными морскими водами (Howarth et al., 2021).

На первом этапе было проведено районирование эстуариев по вертикальной структуре вод, определены зоны со структурой вод, характерной для внутреннего и внешнего эстуариев (Зуенко, 2008). В конце весеннего сезона в эстуарии р. Киевка область внутреннего эстуария (с пресными водами в поверхностном слое, подстилающийся солоноватыми водами) занимает большую часть главного русла, отделяясь резким солёностным фронтом от внешнего эстуария в районе бара, где поверхностный слой занимают солоноватые воды, а подповерхностный – морские (рисунок 1а).

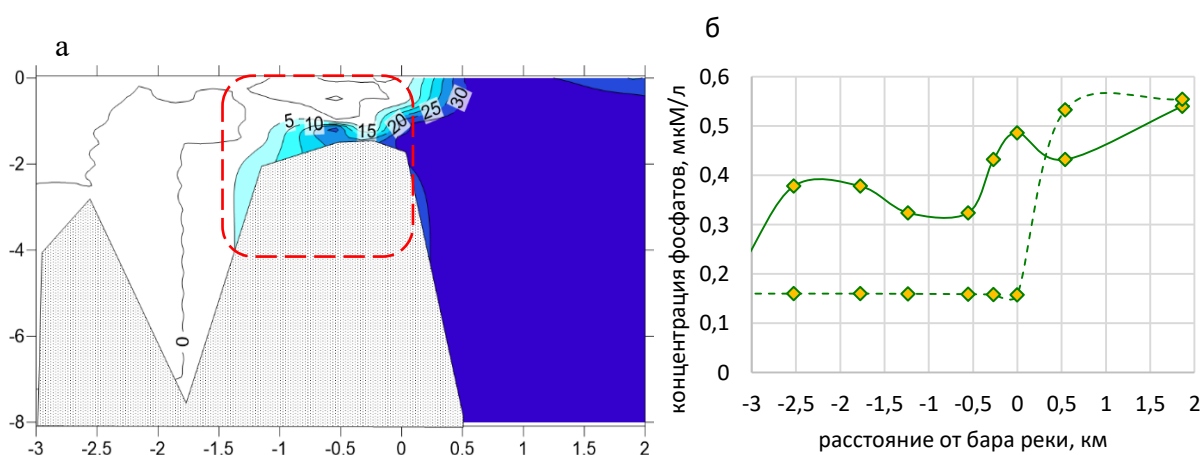


Рисунок 1. а). Распределение солёности вдоль русла р. Киевка в весенний сезон. (выделена зона внутреннего эстуария). б). Средние по сезонам концентрации фосфатов на поверхности эстуариев относительно их потенциальных концентраций (показаны пунктиром)

Для количественной оценки первичной продукции эстуария р. Киевка были рассчитаны потенциальные концентрации фосфатов и определены отклонения реальных концентраций от потенциальных (рисунок 1б). При этом вклад фосфатов, которые поступают в эстуарии с речной водой, оценен с помощью TS-анализа (Мамаев, 1987). Во внутреннем эстуарии реальные концентрации выше потенциальных в 2–4 раза, а в области внешнего эстуария (особенно в верхней части) измеренная концентрация фосфатов выше потенциальной в 1,5 раза. По разности между потенциальными и реально наблюдаемыми концентрациями фосфатов были рассчитаны величины урожая (не более 0,1 гС) и деструкции (до 0,3 гС) органического вещества из единичного объема речной воды за счет утилизации речных фосфатов. Далее первичная продукция эстуарных вод и деструкция определены на основе полученных оценок урожайности и деструкции для речных вод на единицу протяжённости эстуария (рис.2).

Высокие концентрации фитопланктона в эстуарной области р. Киевка отмечены на границе внешнего эстуария, причём в видовом составе фитопланктона в этой области были выявлены крупноклеточные диатомовые водоросли (*Grammatophora marina*, *Cymbella* sp., *Thalassiothrix longissima* и др.), которые являются показателями высокой продуктивности. Важно отметить, что измеренная биомасса фитопланктона (от 0,05 до 0,21 г/м³) на протяжении всего эстуария практически совпадает с рассчитанной величиной первичной продукции (от 0,02 до 0,23 г/м³км).

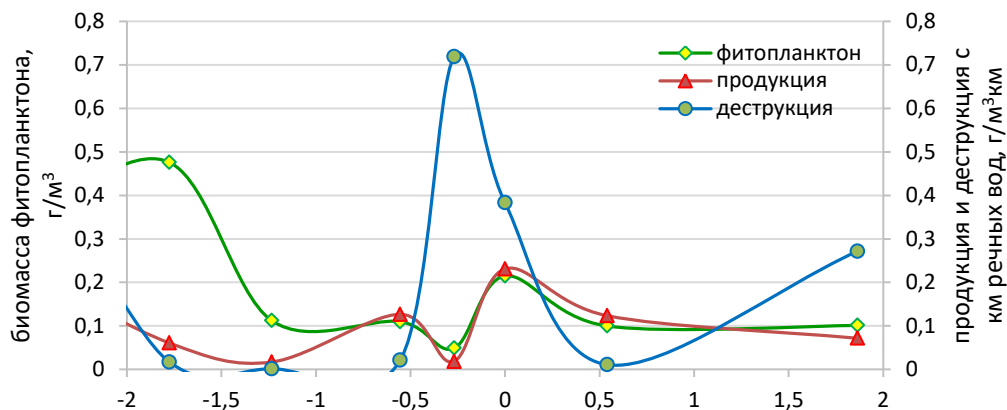


Рисунок 2. Биомасса фитопланктона (гС/м³) и рассчитанные значения продукции и деструкции в эстуарии р. Киевка в весенний сезон

В результате проведенных исследований показано, что в эстуарии р. Киевка, воды которой весной сравнительно бедны биогенами, первичная продукция, также как и в ранее исследованных эстуариях (Важова, Зуенко, 2015) обеспечивается за счет фосфатов, минерализованных во внутреннем эстуарии. Поскольку полевые работы проводились в конце весеннего сезона, терригенные фосфаты практически полностью утилизированы на производство первичной продукции, что подтверждается высокой биомассой фитопланктона выше по течению реки. При этом в области эстуария отсутствие фосфатов компенсируется рециклингом, в процессе которого минерализованный фосфор сразу же используется фитопланктоном на верхней границе внешнего эстуария. При этом, по расчетам, весной процесс деструкции обеспечивает продуктивность эстуария р. Киевка, сравнимую с весенней продуктивностью эстуария богатой биогенами р. Раздольная (Важова, Зуенко, 2015).

Список литературы

- Howarth R.W., Chan F., Swaney D.P. et al. 2021. Role of external inputs of nutrients to aquatic ecosystems in determining prevalence of nitrogen vs. phosphorus limitation of net primary productivity // *Biogeochemistry* 154: 293–306. <https://doi.org/10.1007/s10533-021-00765-z>
- Liss P.S. Conservative and non-conservative behavior of dissolved constituents during estuarine mixing // *Estuarine Chemistry*. L.: Acad. Press, 1976. P. 93–130.
- McLusky D. S., Elliott M. *The Estuarine Ecosystem: ecology, threats and management*, 3rd Edn. — OUP, Oxford, 2004. — 216 p.
- Sun J., Liu D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *J. Plankton Research*. 25 (11): 1331–1346.
- Utermöhl H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton. *Methodik. Internat. Verein. Limnol. Mitteilungen*, 9, 1–38.
- Важова А.С., Зуенко Ю.И. 2015. Оценка первичной продукции в эстуариях рек Раздольная и Суходол (залив Петра Великого, Японское море) // *Изв. ТИНРО* 182: 132–143.
- Гордеев В.В. *Геохимия системы река–море*. М., 2012. 452 с.
- Звалинский В.И., Недашковский А.П., Сагалаев С.Г., Тищенко П.Я., Швецова М.Г. 2005. Биогенные элементы и первичная продукция эстуария реки Раздольной // *Биология моря* 31 (2): 107–116.
- Зуенко Ю.И. *Промысловая океанология Японского моря*. Владивосток: ТИНРО, 2008
- Мамаев О.И. 1987. Термохалинный анализ вод Мирового океана. — Ленинград: Гидрометеиздат, 296 с.
- Михайлов В.Н. *Гидрологические процессы в устьях рек*. М.: ГЕОС, 1997. 176 с
- Нестерова Д.А., Висиленко Л.С. 1986. Размерная характеристика массовых видов фитопланктона западной части Черного моря. *Гидробиол. журн.* 22 (3): 16–21.

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана / под ред. В.В. Сапожникова. — М. : ВНИРО, 2003. — 202 с.

Федоров В.Д. 1979. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ, 167 с.

Особенности уровня и температурного режимов озера Белое в весенне-летний период 2022 года и их влияние на естественное воспроизводство водных биоресурсов

Е.С. Понета, А.Ф. Коновалов

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Вологда,
E-mail: evgenyropeta@gmail.com, alexander-konovalev@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрены особенности уровня и температурного режимов Белого озера, оказывающие существенное влияние на условия нереста и нагула ранней молоди весенне-нерестующих видов рыб. Изучена динамика уровня и температуры воды водоема в весенне-летний период 2022 года в сравнении со среднемноголетними показателями. В связи с неблагоприятными гидрометеорологическими условиями, сложившимися в весенний период 2022 года, нерест большинства видов рыб проходил в более поздние сроки и был растянут во времени.

Ключевые слова: гидрологические наблюдения, уровень режим, температурный режим, естественное воспроизводство, водные биоресурсы, Белое озеро, Вологодская область.

Белое озеро относится к категории наиболее крупных озер Вологодской области. Площадь водоема составляет около 1284 км² с общим объемом водной массы – 525 км³ (Литвинов, Рощупко, 2002). Водоем находится в западной части региона и относится к бассейну Белого моря. Белое озеро имеет округлые очертания и незначительную изрезанность береговой линии, которая практически полностью лишена мысов и заливов. Наибольшая длина водоема составляет 46 км, а ширина 33 км, при этом средняя глубина равна 4,1 м, а максимальная не превышает 5,5 м (Литвинов, Рощупко, 2002). После сооружения плотины в п. Шексна озеро Белое вошло в состав созданного в 1964 году Шекснинского водохранилища, став его озерной частью.

Мелководность озера Белое на фоне округлости его очертаний обеспечивает равномерное прогревание водной толщи, что формирует оптимальные условия для обитания и естественного воспроизводства для различных видов рыб. В то же время отсутствие выраженной прибрежной зоны в условиях небольшой площади, занятой макрофитами, уменьшают потенциальные площади для нереста и нагула фитофильных видов рыб. Озеро Белое имеет важное рыбохозяйственное значение, обеспечивая в отдельные годы до 50% от общего объема вылова рыбы в водных объектах Вологодской области (Коновалов и др., 2014). В составе ихтиофауны Белого озера зарегистрировано 25 видов рыб, из которых промысловое значение имеют около 20 видов. Наиболее многочисленной группой являются фитофильные виды рыб (14 видов), для успешного нереста которых важнейшее значение имеет характер динамики температуры и уровня воды в весенне-летний период. Поэтому целью данной работы было изучение особенностей уровня и температурного режимов озера Белое в весенне-летний период 2022 года в сравнении со среднемноголетними показателями для выявления специфики условий естественного воспроизводства водных биоресурсов водоема.

Регулирование уровня воды в Белом озере, как и в целом в Шекснинском водохранилище, в весенне-летний период осуществляется механизмами пропуска паводковых вод, установленные режимом сработки водохранилищ Волжско-Камского каскада для нужд гидроэнергетики и регулирования движения судов в системе Волго-Балтийского водного пути. Изучение динамики уровня воды в озере Белое в нерестовый период за последние десять лет показало, что в 2022 году отметки уровня в основном соответствовали показателям предыдущих лет (таблица 1).

Таблица 1. Динамика уровня воды (мБс) в озере Белое в нерестовый период в 2013 – 2022 годах

Период	Годы										Сред. за 2013–2022 годы
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
III дек. апреля	112,56	112,85	112,8	112,94	112,83	–	–	113,09	113,09	112,90	112,88
I дек. мая	112,92	113,10	113,04	113,09	113,04	113,16	–	113,18	113,38	113,18	113,12
II дек. мая	113,06	113,30	113,13	113,13	113,16	113,2	–	113,49	113,44	113,25	113,24
III дек. мая	113,14	113,26	113,19	113,15	113,21	113,07	–	113,58	113,35	113,23	113,24
I дек. июня	113,15	113,16	113,15	113,08	113,18	–	113,06	113,46	113,14	113,21	113,18
II дек. июня	113,18	113,13	113,03	113,04	113,16	–	113,15	113,31	113,05	113,19	113,14

В частности, в первой декаде мая 2022 года, когда начинается нерест большинства весенне-нерестующих видов рыб, средняя отметка уровня воды в Белом озере составляла 113,18 мБс. Во второй – третьей декадах мая уровень воды в среднем составлял соответственно 113,25 и 113,23 мБс, а в июне начал незначительно уменьшаться, соответственно по декадам месяца составляя 113,21, 113,19 и 113,10 мБс. В целом, в 2022 году уровень воды в Белом озере, как и во всем Шекснинском водохранилище, в нерестовый период (май – июнь) характеризовался плавным характером динамики, что достаточно благоприятно для выживания отложенной икры и появившейся ранней молоди рыб. Так, с мая по август 2022 года максимум уровня воды в озере Белое отмечался 19.05.2022 (113,31 мБс), после чего к 15.07.2022 происходило постепенное снижение уровня до наименьших наблюдаемых отметок (112,95 мБс).

Наблюдения за особенностями температурного режима в период нереста рыб в озере Белое свидетельствуют, что температура воды в мае 2022 года была ниже средних показателей за десять предыдущих лет на 2–3°C (таблица 2). В две первые декады июня 2022 года температура воды была меньше аналогичных показателей за предшествующий десятилетний период в среднем на 0,5 – 3,0°C.

Таблица 2. Динамика температуры воды (°C) в озере Белое в нерестовый период в 2013 – 2022 годах

Период	Годы										Сред. за 2013–2022 годы
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
III дек. апреля	0,1	3,7	1,8	2,2	0,2	–	–	4,3	2,6	1,9	2,1
I дек. мая	1,33	6,4	6,9	8,0	2,3	5,1	7,2	4,9	3,4	2,9	4,8
II дек. мая	11,9	9,7	10,9	12,2	5,3	11,4	13,3	8,7	8,7	6,6	9,9
III дек. мая	11,8	16,9	14,0	16,6	9,5	14,6	13,9	10,2	13,3	9,2	13,0
I дек. июня	18,4	19,3	16,5	16,3	10,6	–	18,6	13,2	16,8	13,0	15,9
II дек. июня	18,1	16,0	16,5	16,2	14,4	–	19,4	17,0	19,6	16,7	17,1

Сроки нереста разных видов рыб существенно отличаются и в значительной степени обусловлены температурой воды. Так, в Вологодской области щука начинает нереститься в конце апреля, когда температура воды достигает +3 – +5 °C, корюшка европейская, снеток в самом начале мая при температуре +4 – +6 °C. У окуня пресноводного, плотвы и ерша

пресноводного нереста проходит обычно в первой половине мая при температурах воды +8 – +10 °С. Сроки нереста леща, берша, судака, чехони, красноперки и густеры, как правило, приходится на конец мая – начало июня при температурах +12 – +15 °С.

Изучение динамики температуры воды в районе постоянных участков нереста рыб в озере Белое свидетельствует, что в 2022 году вода прогрелась до благоприятных для начала нереста рыб температур (для большинства видов – +10 – +15 °С) только к концу мая. Тем не менее, нерест массовых видов рыб (плотва, окунь пресноводный, ерш пресноводный) к этому времени уже проходил достаточно интенсивно. Весь весенний период температура воздуха отличалась резкими колебаниями. На мелководных участках затопленной поймы вода как правило успевала прогреваться до температур, необходимых для прохождения нереста, даже при невысоких среднедекадных показателях. В целом в связи с неблагоприятными сложившимися в весенний период 2022 года гидрометеорологическими условиями нерест большинства видов рыб проходил в более поздние сроки и был растянут во времени. При этом нерест наиболее значимых промысловых видов рыб (лещ, судак, щука) в водных объектах зоны ответственности «ВологодНИРО» в 2022 году не выходил за пределы периода ограничения рыбопромысловой деятельности, установленной Правилами рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна – с 20 апреля по 10 июня (Правила рыболовства..., 2021).

Холодная весна стала одной из причин существенного сокращения объемов добычи корюшки европейской, снетка – одного из наиболее важных объектов промышленного рыболовства в Белом озере. Так, в 2022 году вылов снетка в Белом озере сократился до наименьшей за последние десять лет величины, составив лишь около 4 тонн, или порядка 1,9% от общих уловов в водоеме. Таким образом, освоение корюшки было на уровне лишь 2% от общего рекомендованного для промышленного рыболовства объема – 199,960 тонн. Изучение динамики температуры воды в озере Белое свидетельствует, что вода прогрелась до благоприятных для начала нереста корюшки европейской, снетка температуры (+4 – +6 °С) только к 10 – 15 мая 2022 года. При этом точные сроки нереста корюшки европейской, снетка в 2022 году установить не удалось в связи с отсутствием массового хода ее производителей на нерест.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ВНИРО №076-00007-22-00.

Список литературы

Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Думнич Н.В., Болотова Н.Л., Тропин Н.Ю., Филоненко И.В., Угрюмова Е.В., Комарова А.С., Улютичева А.Е., Лобуничева Е.В., Макаренкова Н.Н. 2014. Состояние и динамика рыбных ресурсов крупных рыбопромысловых озер Вологодской области // Рыбохозяйственные исследования на водных объектах Европейской части России: сб. науч. работ, посв. 100-летию ГосНИОРХ. СПб.: ГосНИОРХ: 154–168.

Литвинов А.С. 2002. Гидрологические особенности Шекснинского водохранилища / А.С. Литвинов, В.Ф. Рошупко // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища / Коллективная монография. – Ярославль: 5–51.

Правила рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна // Приложение к приказу Минсельхоза России от 13 мая 2021 г. № 292. (в ред. Приказов Минсельхоза России от 20.08.2021 г. № 583; от 08.09.2021 г. № 616; от 28.02.2022 г. № 107). – М., 2021.

Анализ изменений параметров зимнего теплового баланса Баренцева моря

А.А. Сумкина^{1,2}, К.К. Кивва¹, В.В. Иванов^{2,3}*

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²МГУ им. М.В.Ломоносова, г. Москва

³Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт г. Санкт-Петербург

E-mail: alexandrasumkina@gmail.com

Аннотация. В работе оценивается вклад двух важных составляющих теплового баланса (потоков явного и скрытого тепла) в наблюдающееся в БМ увеличение суммарной за зимний период теплоотдачи на границе море-атмосфера. Предпринята попытка выяснить, с какой именно из этих двух составляющих ТБ в большей степени связано наблюдающееся увеличение зимней теплоотдачи. Использовали данные потоков явного и скрытого тепла атмосферного реанализа Европейского центра по среднесрочному прогнозированию погоды ERA5 (Европейский анализ, версия 5). Исследование показывает, что турбулентный теплообмен за зиму на большей части исследуемой акватории составляет 70–80 % от интегральной теплоотдачи. В северной части моря доля этих составляющих снижается до 30–40 %.

Ключевые слова: морской лед, тепловой баланс, потоки явного и скрытого тепла, Арктика

Теплообмен на поверхности моря влияет на многие физические процессы в океане и атмосфере, в частности, определяет конвекцию в зимний период и формирование устойчивой структуры водной толщи летом (Smedsrud et al., 2013). От суммарной теплоотдачи поверхности моря в атмосферу за зиму зависит глубина проникновения конвекции, которая определяет особенности структуры вод и может влиять на «цветение» фитопланктона в весенний период (Дружкова, 2018). Ранее нами показано, что на севере, северо-востоке и востоке Баренцева моря (БМ) наблюдается статистически значимый отрицательный линейный тренд суммарного теплового баланса поверхности моря за зимний период тренд порядка -1000 (МДж/м²)/40 лет (Сумкина и др., 2022). То есть, в этих районах в последние годы поверхность моря теряет гораздо больше тепла за зиму, чем в более ранние годы. Однако причины этого явления пока не установлены. В частности, неизвестна роль в данном процессе таких составляющих теплового баланса (ТБ) этого района в зимний период, как потоки явного и скрытого тепла. Цель данного исследования – оценить вклад двух важных составляющих ТБ (потоков явного и скрытого тепла) в наблюдающееся в БМ увеличение суммарной за зимний период теплоотдачи на границе море-атмосфера. То есть, предпринята попытка выяснить, с какой именно из этих двух составляющих ТБ в большей степени связано наблюдающееся увеличение сезонной теплоотдачи.

Использовали данные явного и скрытого потоков тепла атмосферного реанализа Европейского центра по среднесрочному прогнозированию погоды ERA5 (Европейский анализ, версия 5) с горизонтальным разрешением $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ по широте и долготе и шагом по времени 1 час. Использованы данные с 1979 по 2019 гг. ТБ поверхности моря рассчитан как сумма потоков коротковолновой и длинноволновой радиации, явного и скрытого тепла. Данные осреднили посуточно. Тепловой баланс сгладили 30-дневным скользящим средним. Определили даты перехода ТБ через ноль для каждого сезона следующим образом: выбирали те даты, после которых продолжительность периода с тепловым балансом выше и ниже 0 была наибольшей. Рассчитали сумму потоков явного и скрытого тепла за зимний период ($\sum R$ и $\sum LE$, соответственно), ограниченный определёнными таким образом датами начала и окончания сезонного охлаждения.

Минимальное среднее $\sum P$ за 40 лет в пределах рассматриваемой акватории отмечалось в районе банки Тромсё и разреза мыс Нордкап-остров Медвежий от -2000 до -1500 МДж/м², а максимальное – в северной части моря, а также в районе желоба Франц-Виктория (от -500 до 0 МДж/м²). Абсолютный минимум $\sum P$ отмечается вдоль западного побережья архипелага Шпицберген от -3000 до -2500 МДж/м². В районе Центральной возвышенности среднее значение за исследуемый период составляет от -1000 до -500 МДж/м². В районе Западного и Центрального желобов среднее $\sum P$ составляет от -1800 до -1600 МДж/м². Вдоль Новоземельской банки и акватории северного побережья архипелага Новой Земли среднее $\sum P$ за 40 лет от -1100 до -600 МДж/м². Коэффициент линейного тренда суммы потока явного тепла за зимний период с 1979 по 2019 гг. показывают тенденцию на увеличение $\sum P$ в северной и северо-восточной части моря. В проливе между архипелагами Новая Земля и Земля Франца-Иосифа линейный тренд составляет -1200 (МДж/м²)/40 лет. В районе возвышенности Персея линейный тренд близок к 0. Коэффициент линейного тренда суммы явного потока тепла за зимний период с 1979 по 2019 гг. показывают тенденцию на уменьшение $\sum P$ в южной, юго-западной части моря. Линейный тренд в Западном желобе и Центральной возвышенности составляет $500 - 1000$ (МДж/м²)/40 лет.

Минимальное среднее $\sum LE$ за 40 лет в пределах рассматриваемой акватории отмечалось в южной, юго-западной части моря от -1500 до -2000 МДж/м², а максимальное – в северной части, районе желоба Франц-Виктория $0 - -250$ МДж/м². Абсолютный минимум $\sum LE$ отмечается вдоль границы с Норвежско-Гренландским бассейном от -3000 до -2500 МДж/м². В районе Центральной возвышенности среднее значение за исследуемый период составляет от -1300 до -800 МДж/м². В районе Западного и Центрального желобов среднее $\sum LE$ составляет от -1600 до -1300 МДж/м². Вдоль Новоземельской банки и акватории северного побережья архипелага Новой Земли среднее $\sum LE$ за 40 лет от -800 до -500 МДж/м².

Коэффициент линейного тренда суммы потока скрытого тепла за зимний период с 1979 по 2019 гг. практически по всей исследуемой акватории отрицательный. Максимальный отрицательный линейный тренд $\sum LE$ отмечается в проливе между архипелагами Новая Земля и Земля Франца-Иосифа и составляет от -1000 до -800 (МДж/м²)/40 лет. В районе Центрального желоба линейный тренд $\sum LE$ отмечается от -400 до -200 (МДж/м²)/40 лет. В районе поступления атлантических вод, между островом Медвежий и мысом Нордкап, линейный тренд $\sum LE$ близок 0. Только в районе Шпицбергенской банки линейный тренд $\sum LE$ положительный и составляет 200 (МДж/м²)/40 лет.

Расчет показывает, что турбулентный теплообмен за зиму ($\sum P + \sum LE$) на большей части исследуемой акватории составляет $70-80$ % от интегральной теплоотдачи. В северной части моря доля этих составляющих снижается до $30-40$ %.

Список литературы

Дружкова Е.И. 2018. Нанофитопланктон ледовой прикромочной зоны Баренцева моря в летний период 2017 года // Труды Кольского научного центра РАН. № 4: 29–44.

Сумкина А.А., Кивва К.К., Иванов В.В., Смирнов А.В. Сезонное очищение ото льда Баренцева моря и его зависимость от адвекции тепла Атлантическими водами. Фундаментальная и прикладная гидрофизика. № 15 (1). 2022. С. 82–97. <https://doi.org/10.48612/fpg/1krp-xbuk-6gpz>

Smedsrud L.H. et al. The role of the Barents Sea in the Arctic climate system. Reviews of Geophysics. 2013, 51(3), 415–449. <https://doi.org/10.1002/rog.20017>

Meier W.N. et al. NOAA/NSIDC Climate Data Record of Passive Microwave Sea Ice Concentration, Version 3. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. 2017. doi: <https://doi.org/10.7265/N59P2ZTG>.

Секция

Другие рыбохозяйственные исследования

Международное рыбохозяйственное сотрудничество в условиях резко меняющейся политической и эпидемиологической обстановки

Д.И. Гладков¹, И.Е. Хованский¹, А.А. Смирнов^{2,3}

¹Межрегиональная общественная организация «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов «Рост Регионов», г. Хабаровск

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

³Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), г. Магадан

E-mail: schumdmitr@yandex.ru

Аннотация. Пандемия COVID-19 негативно повлияла на международное рыбохозяйственное сотрудничество в сфере рыболовства и аквакультуры, развитие и расширение инвестиционных проектов. Из-за падения цен на сельдь и минтай на фоне ограничений, вызванных пандемией, снизилась стоимость экспорта российской рыбопродукции – стоимость 1 экспортной тонны упала на 8,7%. Сотрудничество между некоторыми странами, имеющими разные политические полюса, находится под угрозой, а имеющиеся ранее концептуальные подходы международных партнеров сейчас не всегда эффективны. Необходимо продолжение диалога и поиск взаимовыгодных путей сотрудничества, причем на различных уровнях социально-экономического партнерства – государственном, корпоративном, общественном.

Ключевые слова: международное сотрудничество, рыбное хозяйство, COVID-19

На Дальнем Востоке соседями России по морским границам являются Япония, Республика Корея, Китайская Народная Республика (далее – КНР), КНДР и США. Партнерство с разными странами в области рыбохозяйственной сферы не однородно. Постоянным фактором формирования рыбохозяйственных отношений Российской Федерации с зарубежными партнерами является притягательность ее исключительной экономической зоны, как одного из самых перспективных районов Мирового океана, а также близость промысловых районов.

Необходимость тесного международного сотрудничества в области рыбного хозяйства в регионе диктуется также политической и экономической целесообразностью. Для сохранения морского биоразнообразия более существенным становится соблюдение общих правил, а в настоящее время и эпидемиологических. Рыболовство на Дальнем Востоке всегда рассматривалось как одна из основных перспективных отраслей регионального развития, поэтому международное сотрудничество для России здесь всегда было очень важным, причем по разным направлениям и областям (Курмазов, Марковцев, 2001; Марковцев, 2006; Курмазов, 2013; Беляев, Згуровский, 2021; Курмазов, 2021).

Современные международные тенденции оказали огромное влияние на все международное сотрудничество в целом. Начавшаяся 1 декабря 2019 года пандемия COVID-19 резко ограничила количество международных партнеров, разорвала имеющиеся логистические цепочки, значительно повлияла на уровень научного сотрудничества и количество проводимых мероприятий в этой области. Власти КНР ввели беспрецедентные меры контроля, выражающийся в проведении ПЦР тестов в отношении рыбной продукции. Относительно экспорта можно сказать, что меры по предотвращению поступления на внутренний рынок зараженной COVID-19 рыбопродукции, предпринятые иностранными государствами, негативно отразились на объеме экспортируемых Россией партий рыбы.

По данным Росстата, объем экспорта Россией рыбопродукции за январь-октябрь 2020 года составил 1,913 млн тонн, что на 124,5 тыс. тонн (на 7%) меньше показателя за

аналогичный период 2019 года. В денежном выражении экспорт за январь-октябрь составил 4,34 млрд долларов США, что на 104 млн долларов США (на 2,3%) меньше показателя аналогичного периода 2019 года. Стоимость экспорта преимущественно снизилась из-за падения цен на сельдь и минтай на фоне ограничений, вызванных пандемией, – стоимость 1 экспортной тонны упала с 2,485 тыс. до 2,269 тыс. долларов США (на 8,7 %).

Основная часть выпускаемой на судах в зимне-весенний период продукции – 700 тыс. тонн обезглавленного замороженного минтая, исторически идет на экспорт в КНР. В связи с этим в значительной степени на снижение объема экспорта российской рыбопродукции повлияли проводимые властями КНР меры по профилактике распространения новой коронавирусной инфекции. С 8 ноября 2020 г. китайские власти обязали проводить индивидуальную дезинфекцию каждого грузового места (мешка, коробки) выгружаемой рыбопродукции. Так, транспортное судно вместимостью 4000 тонн доставляет на своем борту более 180 000 грузовых мест. В результате скорость выгрузки рыбопродукции с 22 декабря 2020 г. сократилась в 2-3 раза – с 1200 тонн до 400 тонн в сутки

На данный момент ограничена работа портов, осуществляющих приемку и разгрузку транспортных судов с экспортируемой российской рыбной продукцией: в порту г. Циндао производится выгрузка рыбопродукции только в рефконтейнерах, порт г. Далянь не осуществляет выгрузку российских судов с 22 декабря 2020 г.

Перспективная сфера аквакультуры также подверглась негативному влиянию пандемии. Согласно докладу Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН «Последствия пандемии COVID-19 для рыболовства и аквакультуры – возможные меры реагирования», ввиду полного закрытия предприятий сектора HORECA или частичного ограничения их деятельности в периоды локдауна, в ключевых странах-потребителях рыбопродукции мировые производители аквакультуры были вынуждены снизить объемы выращивания аквакультурных объектов. Тем не менее, данный тренд не характерен для сектора российского сектора аквакультуры. В 2021 году производство аквакультурной рыбы и иных видов водных биоресурсов увеличилось до 328,6 тыс. тонн (на 15%, по сравнению с показателями 2019 года). В акваториях Дальнего Востока объем производства марикультуры увеличился с 30,5 тыс. тонн в 2019 году до 49,2 тыс. тонн в 2020 году (на 61,3%). Более половины выращенных объектов относятся к высокопродуктивным видам водных биоресурсов (гребешки, устрицы, мидии, трепанги, морские ежи и пр.).

Пандемия COVID-19 повлияла также на развитие и расширение инвестиционных проектов (обновление флотов, настройка оборудования, ввод в эксплуатацию новых объектов). Введенные на территории других государств ограничительные меры снизили эффективность решения Правительства Российской Федерации упростить въезд высококвалифицированным специалистам (<https://www.varpe.org/analytics/vliyanie-covid-19-na-rybnyy-sektor/?ysclid=18mqv7ifs9547016413>)

Более того, сотрудничество между некоторыми странами, имеющих разные политические полюса, находится под угрозой. Например, согласно двустороннему соглашению, заключенному в 1998 году (Соглашение, 1998), японские рыбаки могли вести промысел у южных Курил в рамках квоты, выделяемой российской стороной в обмен на выплаты и помощь для Сахалинской области. Летом этого года Россия приостановила сотрудничество с Японией в промысле морских ресурсов из-за заморозки выплат по двустороннему соглашению и ужесточения антироссийских санкций (<https://rbc.ru.turbopages.org/turbo/rbc.ru/s/politics/07/06/2022/629f50739a79471e26b62e1f>).

У наших стран есть взаимная заинтересованность в совместном проведении научных исследований по сохранению и рациональному использованию морских живых ресурсов в тихоокеанском регионе, примыкающем к побережью Японии и России, а также и в Охотском море. Существует соглашение по спасению терпящих бедствие. Есть соглашение, позволяющее японским рыбакам вести промысел морской капусты у острова Сигнальный. Достигнута договоренность о пресечении торговли браконьерской рыбой и морепродуктами. Развиваются экспортно-импортные операции. Кроме того, бывают случаи, которые требуют специального рассмотрения двумя сторонами тех или иных вопросов, для этого была создана

соответствующая комиссия – Российско-японская комиссия по рыболовству (<https://rossaprimavera.ru/article/2ae16ee9?ysclid=18mvxhs82v874047842>).

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что несмотря на существующую договорно-правовую базу в области рыбного хозяйства России с другими странами, баланс международных интересов в области освоения водных биологических ресурсов в Тихом океане заметно изменился. Имеющиеся ранее концептуальные подходы международных партнеров в настоящее время не всегда эффективны. Резко изменились рыночные процессы. Несмотря на это, международная рыбохозяйственная отрасль является не только еще одной площадкой для политического диалога между партнерами, но и стратегически важным продовольственным ресурсом, которым снабжается население многих стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Необходимо продолжение диалога и поиск взаимовыгодных путей сотрудничества, причем на различных уровнях социально-экономического партнерства – государственном, корпоративном, общественном.

Список литературы

Беляев В.А., Згуровский К.А. 2021. Анализ выполнения Национального плана действий по борьбе с ННН-промыслом и дополнительные меры по его предотвращению, ограничению и ликвидации. Часть 1 // Рыбное хозяйство. № 2. С. 17-25.

Курмазов А.А. 2013. Взгляд на морскую ресурсную политику России в Тихом океане // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. № 2(63). С. 74-80.

Курмазов А.А. 2021. Россия и Япония: научно-техническое сотрудничество в области рыбного хозяйства // Рыбное хозяйство. № 2. С. 9-16.

Курмазов А.А., Марковцев В.Г. 2001. Лососи в рыболовных отношениях России и Японии // Рыбное хозяйство. № 1. С. 25-26.

Марковцев В.Г. 2006. Состояние рыбного хозяйства стран АТР и перспективы международного рыбохозяйственного научно-технического сотрудничества // Известия ТИНРО. Т 144. С. 365-398.

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Японии о некоторых вопросах сотрудничества в области промысла морских живых ресурсов от 21 мая 1998 г.

Значение инвестиций как фактора развития рыбохозяйственного комплекса России

М.А. Горбунова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

E-mail: gorbunova@vniro.ru

Аннотация: Статья посвящена проблемам формирования благоприятного инвестиционного климата для привлечения инвестиций в модернизацию рыбохозяйственного комплекса. Анализ показал, что за последнее время в рыбохозяйственном комплексе объемы инвестиций в основной капитал значительно выросли, но их недостаточно для проведения широкомасштабной модернизации. С точки зрения стратегических направлений развития инвестиционного процесса рыбохозяйственного комплекса в настоящее время основным вектором инвестиционного развития должно стать обновление флота и перерабатывающих заводов, внедрение достижений научно-технического прогресса в реальную экономику, формирование активной социальной среды. В условиях оказываемого внешнего давления и глобальных трансформаций государственная поддержка инвестиционного развития должна быть своевременной и целенаправленной.

Ключевые слова: эксплуатация водных биологических ресурсов, инвестиции, производственные мощности, государственный механизм.

Введение. Водные биологические ресурсы России являются одним из важнейших активов государства и представляют собой основу для социально-экономического развития страны. Эффективное функционирование рыбохозяйственного комплекса имеет большое значение в обеспечении продовольственной безопасности страны, от него зависит стабильность общественного развития, решение демографических проблем, рост и благосостояние населения. Решение продовольственного обеспечения возложено на агропромышленный и рыбохозяйственный комплексы, в совокупности представляющие собой продовольственный комплекс страны.

На Совещании по развитию агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов, состоявшемся 5 апреля 2022 г., Президент РФ отметил, что ключевой задачей на 2022 год является принятие решений и создание условий для минимизации негативных внешних эффектов для населения страны, увеличение в России выпуска и реализации на внутреннем рынке качественных, доступных по цене продуктов питания, включая рыбную продукцию [1].

Проведенный нами экономический анализ работы рыбохозяйственного комплекса показывает, что существенным ограничением, препятствующим эффективному развитию рыбохозяйственного комплекса, является технологическое отставание рыбодобывающих и рыбоперерабатывающих предприятий, нехватка производственных мощностей [2].

Общее количество судов рыбопромыслового флота ежегодно уменьшается в основном за счет списания или продажи судов возрастной группы от 16 до 20 лет, при этом количество судов, эксплуатационный возраст которых превышает нормативный срок полезного использования, увеличивается [3].

Для выполнения поставленных перед отраслью задач необходимо создание условий, способствующих развитию и увеличению объема инвестиций в основные мощности организаций. Проблему замены вследствие физического и морального устаревания флота невозможно было бы решать без централизованного участия государства.

Формирование инвестиционной среды зависит от многих факторов, в том числе от макроэкономических параметров, проведения денежно-кредитной и налоговой политики, разработки современного организационно-экономического механизма [4].

В целях активизации инвестиционных процессов в 2017 году был запущен государственный инструмент помощи рыбодобывающим организациям в виде механизма инвестиционных квот. Суть механизма заключается в выделении из общего допустимого улова 20% квот на инвестиционные цели, которые распределяются между лицами, построившими на российских судостроительных верфях новые суда рыбопромыслового флота, и предприятиями, предназначенными для производства рыбной продукции.

Методика исследования. В работе использованы методы статистического и эмпирического анализа, ретроспективная информация о работе предприятий отрасли, содержащиеся в материалах отраслевых союзов и ассоциаций.

Результаты исследования. Расчет необходимого объема инвестиций на период до 2030 года для модернизации материально-технической базы и создания современной инфраструктуры рыбной отрасли составляет: для обновления рыбопромыслового флота - 1 950 млрд рублей, для доведения перерабатывающих мощностей до мирового уровня – 35 млрд. руб., для создания современной инфраструктуры около 20 млрд рублей. Таким образом, суммарный объем необходимых инвестиций должен составить около 2,0 трлн рублей [5].

Вместе с тем инвестиционные процессы рыбохозяйственного комплекса выглядят следующим образом. Объемы инвестиций на развитие рыбохозяйственного комплекса за период с 2017 - 2020 гг. представлены в таблице 1. Данные показывают значительный рост инвестиций в развитие рыбохозяйственного комплекса. Так, инвестиции в основной капитал крупных и средних организаций по виду деятельности рыболовство увеличились за рассматриваемый период в 4 раза, по виду деятельности рыбоводство почти в 8 раз, по виду деятельности переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков в 3,5 раза.

Таблица 1. Динамика инвестиций в основной капитал, млрд руб.

	2017	2018	2019	2020
Рыболовство	10,4	22,5	24,9	41,9
Рыбоводство	0,4	1,4	2,2	3,2
Переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков	6,5	8,5	12,2	23,1
Итого:	17,4	32,4	39,3	68,2

Источник: данные Росстата

Привлеченные инвестиции для модернизации отрасли из разных источников финансирования за период 2018-2021 гг. позволили осуществить строительство 6 рыбопромысловых судов, еще предстоит построить 58 судов и 11 береговых перерабатывающих заводов. Приведенные данные по объемам инвестиций в развитие рыбохозяйственного комплекса за последние 4 года составили примерно 157,2 млрд. руб. (с учетом развития инфраструктуры) при расчетных показателях необходимого объема около 2 трлн рублей.

Опыт реализации первого этапа проекта инвестиционных квот показал хороший результат, но заявленные цели, связанные с внешними факторами, не были достигнуты. В настоящее время государство рассматривает проект второго этапа инвестиционных квот с внесением изменений в Федеральный закон о рыболовстве, где предусматривается увеличение средств для модернизации технико-технологической базы отрасли с целью расширения географии добычи водных биологических ресурсов, повышение конкурентоспособности продукции [6].

Однако реализация второго этапа инвестиционных квот требует учета результатов первого этапа программы. В решении этой ключевой проблемы не до конца понятна концепция государства по объемам инвестиций в развитие рыбопромыслового флота и береговых перерабатывающих заводов, кто должен быть в приоритете, также не до конца

решены вопросы по уровню государственной поддержки крупных организаций и предприятий малого и среднего предпринимательства по распределению инвестиционных квот.

Выводы. Инвестиции, привлекаемые для модернизации технико-технологической базы рыбной отрасли в рамках Программы развития рыбохозяйственного комплекса, показывают результативность проведения государственной инвестиционной политики. Однако объемы инвестиций пока недостаточны для широкомасштабной модернизации рыбной отрасли. Необходим подход определения объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов и оптимальной величины промыслового усилия для видов рыб и районов промысла с учетом экономической эффективности промысла, с целью определения недостающего объема производственных мощностей. Необходимо на принципах государственно-частного партнерства шире привлекать частный капитал для развития рыбной отрасли в новой модели инновационно-технологического развития для более эффективного использования добываемых водных биологических ресурсов, диверсификации экономики и повышения ее конкурентоспособности. Требуется особое внимание решению вопросов распределения средств государственной поддержки среди компаний и предприятий малого и среднего бизнеса, распределение среди них объемов допустимого улова (ОДУ).

Список литературы

1. Официальный портал. Президент России. [Электронный ресурс]. Совещание по развитию агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/68141> (дата обращения 28.08.2022).

2. Колончин К.В. 2020. Состояние, проблемы и перспективы развития рыбопромыслового флота России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий 1: 15-23. DOI 10.31442/0235-2494-2020-0-1-15-23.

3. Бутов А.М. Рынок продукции судостроения. – 2018. Доступно через: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/06/03/1150234849/%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%202018.pdf>

4. Ушачев И.Г., Маслова В.В., Зарук Н.Ф., Авдеев М.В.. 2022. Механизмы инвестиционного процесса в аграрном комплексе России // Вестник Российской академии наук 92 (2): 140-149. DOI: 10.31857/S0869587322020104

5. Колончин К.В., Серегин С.Н., Горбунова М.А. 2022. Роль инвестиций в развитии рынка рыбной продукции // Пищевая промышленность 7: 8-15.

6. Дискуссия вокруг первого этапа инвестиционных квот приобрела научный характер. Доступно через: <https://fishnews.ru/news/44477>.

Экономическая оценка предосторожного подхода в освоении запасов минтая

А.А. Городничев

ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: gorodnichev@vniro.ru

Аннотация. В статье проанализирована биомасса промысловых запасов, общий допустимый улов, общий объем вылова минтая за период 2017-2021 гг. с целью определения уровня освоения запасов минтая и соблюдения предосторожного подхода при определении ОДУ. В результате установлено, что уровень существующих объемов промысловых запасов (величина биомассы) позволяет увеличить объемы вылова минтая в рамках предосторожного подхода при определении ОДУ.

Ключевые слова: общий допустимый улов (ОДУ), промысловый запас (величина биомассы), предосторожный подход, минтай

Цель исследования. Выявить возможности увеличения объемов вылова минтая в рамках предосторожного подхода.

Методы исследования. В работе использованы монографический и статистический методы.

Введение. Для увеличения объемов вылова минтая, поставок продукции из него на внутренний рынок России и использование ее в целях повышения экспортного потенциала актуальным предполагается исследование биомассы промысловых запасов, общего допустимого улова, общего объема вылова минтая в рамках применения предосторожного подхода.

Результаты исследования. Минтай — важнейший объект отечественного и мирового промысла. Вылов ведется Россией США, Кореей, Японией, Польшей, Китаем, Канадой. Лидируют по объемам вылова минтая Россия и США, на их долю приходится 90% от общемирового вылова. Основные районы промысла России остаются неизменными: Охотское море, западная часть Берингова моря, восточная Камчатка и Курилы.

Объемы вылова минтая и размеры пойманной рыбы зависят от урожайности поколений, состояния популяций, сезона и орудий лова. Вылов минтая в России ведется в основном пелагическими тралами. В 2020 году ученые провели углубленное исследование ресурсов минтая вблизи российского побережья Тихого океана. Результат исследований показал, что численность минтая в данном регионе составляет 47 млрд особей. В основном это рыба размером 30–42 см, 4–7-летнего возраста (в России минимальный промысловый размер минтая – 35 см, что примерно соответствует возрасту 4–5 лет или началу полового созревания). Это – урожайные поколения 2013–2016 гг. рождения. Именно они составят в ближайшие годы основную часть эксплуатируемого запаса. По оценкам специалистов Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии в 2000-е и в 1990-е г. вылов минтая производился в рамках установленных квот. При установлении общего допустимого улова применяется предосторожный подход, то есть допустимые объемы улова всегда устанавливаются по нижнему пределу. И если в 1960–80-х годах разрешалось осваивать 30 % промыслового запаса, то сейчас установлен порог в 20 %. Это и есть щадящий режим рыболовства, позволяющий избежать рисков перелова (Вертянкина и др., 2020).

Данные по общему промысловому запасу (База данных ИАС (информационно-аналитическая система) «Водные биоресурсы» (Форма 1 «Информация о промысловой численности видов водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства, и их краткая

характеристика») и допустимым объемам вылова минтая за 2017-2021 гг. приведены в таблице 1.

Таблица 1. Уровень разрешенного освоения промысловых запасов минтая*

№	Объем (величина биомассы)	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	В среднем за 2017-2021 гг.
1	Объемы промысловых запасов (величина биомассы), обитающих в пределах зоны юрисдикции РФ, тыс. тонн*	12 280,3	10 745,6	12 987,1	13 954,9	14 677,1	12 929,0
2	Доступные объемы добычи (вылова) (ОДУ), тыс. тонн	1 786,5	1 781,3	1 809,8	1 993,9	1 995,9	1 873,5
3	Доступные объемы добычи (вылова), %	14,5	16,6	13,9	14,3	13,6	14,6

*Источник: База данных ИАС (информационно-аналитическая система) «Водные биоресурсы» (Форма 1 «Информация о промысловой численности видов водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства, и их краткая характеристика»).

Анализ результатов расчетов показали, что в период 2017-2021 гг. установленный порог не был превышен и в среднем составил 14,6%. На данный момент численность минтая никаких опасений у специалистов не вызывает. Ресурсы находятся в здоровом, устойчивом состоянии, что позволяет допустимый вылов минтая на Дальнем Востоке устанавливать на уровне в среднем 1873,5 тыс. тонн. В настоящее время промысловый запас составляют особи урожайных и среднеурожайных поколений, большинство которых достигли половой зрелости. Анализ данных предполагает увеличение доступных объемов вылова минтая в ближайшей перспективе (Нурмухаметов, 2022).

По данным формы федерального статистического наблюдения № 1-П (рыба) «Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и изъятии объектов товарной аквакультуры (товарного рыбоводства)» весь вылов минтая в 2017-2021 гг. велся в исключительной экономической зоне России (таблица 2).

Таблица 2. Вылов минтая организациями рыбохозяйственного комплекса России*

№	Объем добычи (вылова)	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	В среднем за 2017-2021 гг.
1	Общий объем добычи (вылов) ВБР организациями рыбохозяйственного комплекса РФ, тыс. тонн*	4 892,1	5 053,9	4 998,2	4 974,3	5 053,4	4 994,4
2	Общий объем добычи (вылова) в ИЭЗ РФ, тыс. тонн*	3 536,58	3 810,38	3 820,40	3 947,78	3 989,47	3 820,9
3	Общий объем добычи (вылова) минтая, тыс. тонн*	1 735,5	1 680,2	1 731,8	1 828,0	1 739,0	1 742,9
4	Доля минтая в общем объеме добычи (вылова), %	35,5	33,2	34,6	36,7	34,4	34,9
5	Доля минтая в объеме добычи (вылова) и ИЭЗ РФ, %	49,1	44,1	45,3	46,3	43,6	45,7

Источник: Данные формы федерального статистического наблюдения № 1-П (рыба) «Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и изъятии объектов товарной аквакультуры (товарного рыбоводства)».

Вылов минтая за рассматриваемый период в среднем составили 34,9% от общего объема добычи (вылова) ВБР и 45,7% от объема вылова в исключительной экономической зоне России. Данные по уровню освоения доступных объемов вылова минтая в России приведены в таблице 3.

Таблица 3. Освоение доступных объемов добычи (вылова) минтая в России*

Объем добычи (вылова)	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	В среднем за 2017-2021 гг.
Доступные объемы добычи (вылова) ОДУ, тыс. тонн	1 786,5	1 781,3	1 809,8	1 993,9	1 995,9	1 873,5
Добыча (вылов), тыс. тонн*	1 735,5	1 680,2	1 731,8	1 828,0	1 739,0	1 742,9
Уровень освоения, %	97,1	94,3	95,7	91,7	87,1	93,2

*Источник: Данные формы федерального статистического наблюдения № 1-П (рыба) «Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и изъятии объектов товарной аквакультуры (товарного рыбоводства)».

Освоение доступных объемов добычи (вылова) минтая в России в период с 2017-2021 гг. производилось в рамках установленных квот (ОДУ). Средний уровень освоения доступных объемов добычи (вылова) минтая в Российской Федерации в период с 2017 - 2021 гг. составил 93,2 %.

По предварительной оценке, при увеличении доступных объемов вылова (ОДУ) до уровня 20% промыслового запаса, общий вылов минтая может увеличиться на 667 тыс. тонн (при уровне освоения ОДУ 93,2%). Увеличение доступных объемов вылова минтая в ближайшей перспективе в рамках предосторожного подхода позволит увеличить объемы вылова, что обеспечит потребительский спрос на внутреннем рынке и даст возможность повышения экспортного потенциала.

Заключение. При вылове минтая выявлены следующие тенденции: при освоении запасов минтая не наблюдается перелов, весь вылов находится в рамках предосторожного подхода; средний уровень освоения ОДУ за рассматриваемый период составляет 93,2%; достижение освоения 20% промыслового запаса позволит увеличить вылов минтая на 667 тыс. тонн.

Список литературы

Вертянкина Е., Дробышева И., Камилева Л., Марьясова А., Полунина М., Старина Ю., Цыганова В. Неизвестный минтай. – М.: PressPass, 2020. - 156 с.

Нурмухаметов Ю. Ресурсную базу российского рыболовства могут увеличить за счет минтая. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rg.ru/2022/06/23/reg-dfo/resursnuu-bazu-rossijskogo-rybolovstva-mogut-velichit-za-schet-mintaia.html> (Дата обращения: 28.09.2022 г.)

Структура базы данных ГИС Цимлянского водохранилища

А.И. Кочеткова^{1,2}, Е.С. Брызгалкина^{1,2}

¹Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Волгоград

²Волжский филиал ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет» (г. Волжский)

E-mail: aikochetkova@mail.ru

Аннотация. В работе представлен подход создания базы данных ГИС Цимлянского водохранилища. Структура базы данных разрабатывалась с учетом прикладных задач, решаемых коллективом ВолгоградНИРО. В результате функционирования ГИС появилась возможность пространственного анализа данных многолетних гидробиологических исследований Цимлянского водохранилища и картографического сопровождения научных работ.

Ключевые слова: база данных, ГИС-технологии, картография, Цимлянское водохранилище.

Методы геоинформационных систем (ГИС) используют с целью повышения эффективности сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных. Они привлекательны не только из-за быстроты и точности выполнения картометрических работ и расчётов, но и позволяют исключить случайные ошибки измерений при их выполнении.

Одним из важнейших этапов создания геоинформационной системы Цимлянского водохранилища стала разработка ее структуры, которая определила основные направления, способы функционирования и перспективы использования ГИС для решения научно-прикладных задач (Кочеткова, 2013).

Структуру ГИС Цимлянского водохранилища можно представить в виде взаимосвязанных блоков, образующих единую схему: первичные материалы, блок ввода и вывода информации, картографический блок, база географических данных и функциональные подсистемы (рисунок 1).

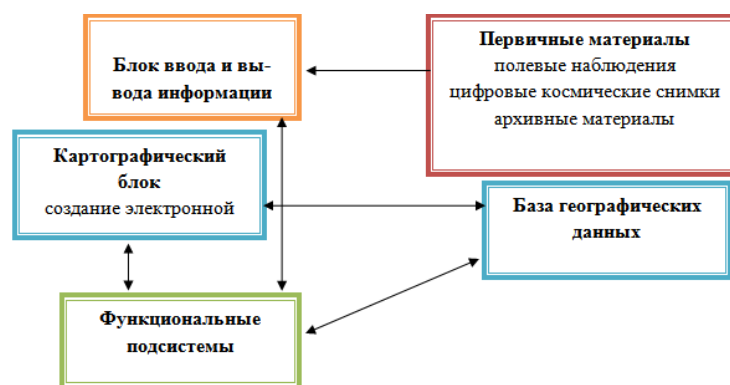


Рисунок 1. Структура ГИС Цимлянского водохранилища.

Наиболее трудоемким и наукоемким процессом в работе по созданию ГИС Цимлянского водохранилища являлось создание базы данных (БД), в которой находится вся географическая информация, связанная с проводимыми исследованиями. При проектировании БД опорными элементами выступали векторные и растровые слои, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. Векторные слои ГИС Цимлянского водохранилища

Группы слоёв	Наименование слоя	Тип геометрии слоя	Источники слоёв
Водные объекты	границы акватории Цимлянского водохранилища	полигон	Векторизация в QGIS по мозаикам снимков высокого разрешения Google, Yandex, Bing.
	притоки Цимлянского водохранилища	линия	Слой OpenStreetMap. Векторизация в QGIS по мозаикам снимков высокого разрешения Google, Yandex, Bing.
Бассейн Цимлянского водохранилища	водосборная площадь бассейна Цимлянского водохранилища	полигон	Оцифровка в Google Earth по границам, описанным в «Экологическое районирование..., 1990».
	водоохранная зона	полигон	Создание с помощью инструмента Буфер в QGIS с внешней стороны контура границ акватории Цимлянского водохранилища.
	участки перестроения берегов	линия	Сопоставление контуров береговых линий по разновременным снимкам.
Мониторинговые слои	мониторинговые створы и пункты гидрологических, гидробиологических и гидрохимических наблюдений	точка	Создание слоя по координатам, снятым с помощью GPS-приёмника.
	участки нерестилиц	точка	Создание слоя в QGIS по мозаикам Google и описаниям из паспортов нерестилиц.
	зарастание мелководий высшей водной растительностью	полигон	Автоматическая классификация ISODATA снимков Landsat в искусственных цветах в ScanEx Image Processor 3.9.6.
Социально-экономическая инфраструктура	административные границы Волгоградской области	полигон	Слой OpenStreetMap.
	населенные пункты	точка	Слой OpenStreetMap, оцифровка в QGIS по топокартам.
	автодороги	линия	Слой OpenStreetMap. Векторизация по мозаикам высокого разрешения Google в QGIS.
	особо охраняемые природные территории	полигон	Слой OpenStreetMap.

Интеграция слоев в единый ГИС-продукт происходила на платформе QGIS в метрической системе координат WGS84/UTM zone 38N. Векторные слои были созданы в формате Shape, растровые в формате GeoTIFF.

Для расширения функциональных возможностей ГИС Цимлянского водохранилища нами была произведена работа, связанная с занесением в БД архивных материалов ВолгоградНИРО за период 2011-2020 гг. и оцифровкой атласа рыбопромысловых карт Цимлянского водохранилища (Атлас..., 1962). Полученные данные мы разбили по разделам: 1 Раздел «Гидрология и морфометрия» включает в себя: уровень воды (мБС), перестроение берегов (м), батиметрия по участкам естественных нерестилиц, притоки (км), водосборная площадь бассейна (км²), водоохранная зона (км²), гидрохимия (БПК₅, перманганатная окисляемость, фосфаты, медь, свинец, нефтепродукты, прозрачность, рН, растворенный кислород); 2 Раздел «Гидробиология» состоит из параметров: зарастание

высшей водной растительностью (км², % зарастания, биомасса кг), фитопланктон (численность млн.кл/л; биомасса г/м³; количество видов; среднее содержание (мг/м³) общего хлорофилла а (Хл) в слое 0-дно), зоопланктон (численность тыс.экз/м³; биомасса г/м³; количество видов), зообентос (численность экз./м²; биомасса г/м²; количество видов), урожайность сеголеток 0+ и молоди по плесам, среднегодовой вылов (общий; по отдельным видам), выпуск сеголеток (шт.), рыбохозяйственная мелиорация (площадь га). 3 Раздел «Дополнительные данные»: особо охраняемые природные территории (км²; статус), населенные пункты, автодороги в пределах водоохранной территории (км), растровые слои (космические снимки, топографические карты). Интерфейс ГИС Цимлянского водохранилища представлен на рисунке 2.

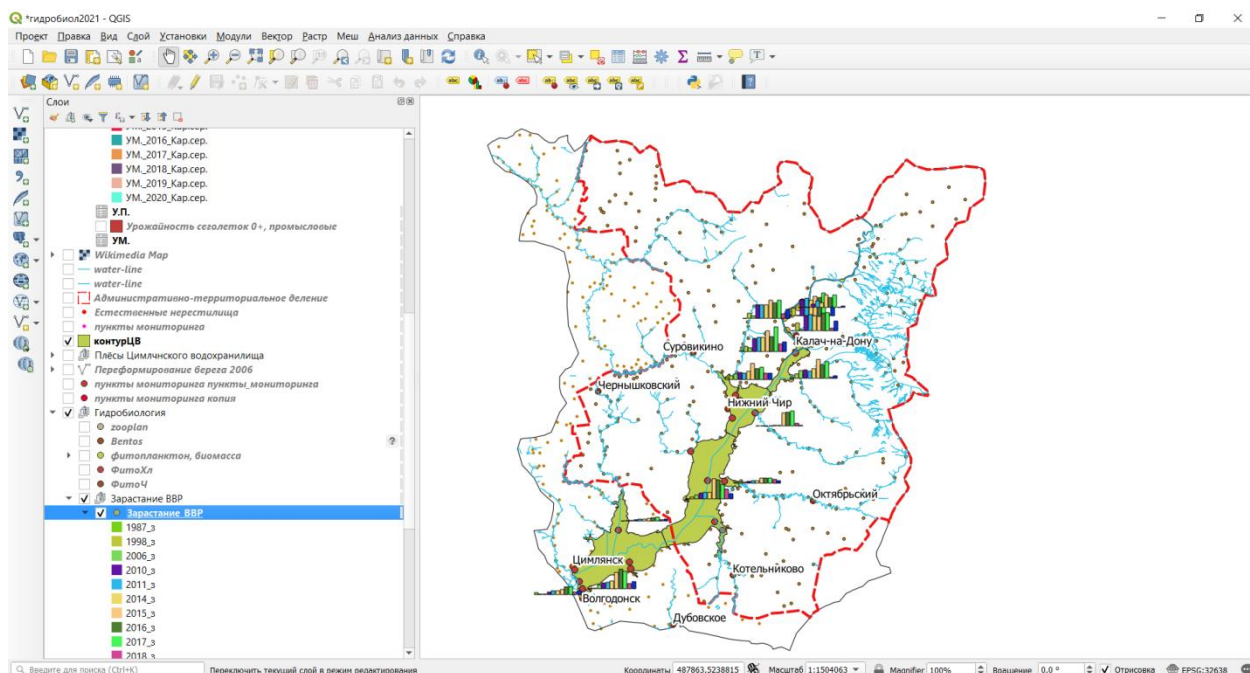


Рисунок 2. Пример работы ГИС Цимлянского водохранилища на платформе QGIS.

Таким образом, ГИС Цимлянского водохранилища, состоящая из БД, иллюстрирующей современное и ретроспективное экологическое состояние Цимлянского водохранилища, позволяет высокоэффективно проводить сравнительный анализ разновременных данных по показателям фитопланктона, зоопланктона, бентоса, высшей водной растительности, ихтиофауны, гидрохимии, геоморфологии. Результат работы имеет практическое значение для рыбохозяйственной отрасли Цимлянского водохранилища и может использоваться в принятии управленческих решений по рациональному его использованию.

Список литературы

Атлас рыбопромысловых карт Цимлянского водохранилища. 1962. Волгоград: Волгоградское отделение ГосНИОРХ, 20 с.

Кочеткова А.И. 2013. Концепция интеграции пространственных данных экологического состояния водных ресурсов в географическую информационную систему // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов : сборник статей III научно-практической конференции, г. Волгоград, 7-10 октября 2013 г. М : Планета, 374-378.

Типология экономических экосистем

Е.Н. Стурова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
E-mail: seromakha@vniro.ru

Аннотация. Показаны ключевые аспекты классификации и типологии экономических экосистем, даны определения системы и среды, которые будут в дальнейшем использованы для научной работы, дан литературный обзор типов и аспектов экономических экосистем российских и зарубежных авторов.

Ключевые слова: экономическая экосистема, рыбохозяйственный комплекс, экономическая среда, экономическая система, бизнес-экосистема, предпринимательская экосистема, типы экономических экосистем.

Законы и формы развития живой природы, получив свою интерпретацию стали ее неотъемлемым сущностным содержанием. Относительно использования биологических начал, законов и отражение процессов развития в трансформации экономической системы важно уточнить понятие «экономической экосистемы». В 1993 года Дж. Мур, касательно экономического понимания экосистемы, определил ее как «бизнес-экосистему» (Moore, James F., 1996). Под этой формой стали понимать некую новую модель рыночных отношений: почти прямой товарообмен между одним продавцом и одним покупателем заменяется на отношение одного продавца с несколькими или даже многими покупателями.

В современных исследованиях общей теории систем содержится константа, что любая сложная развивающаяся система содержит в себе информацию о ее устойчивости. Системы обмениваются или веществом, или энергией, или тем и другим одновременно с внешней средой и воспроизводятся в соответствии с информацией, закреплённой и представленной в соответствующих кодах (в биологии, генетике - это гены).

С учетом переноса содержания этой категории на экономические процессы, возьмём следующее определение: «система - это совокупность интегрированных и регулярно взаимодействующих или взаимозависимых элементов, созданная для достижения определённых целей, причём отношения между элементами определены и устойчивы, а общая производительность или функциональность системы лучше, чем у простой суммы элементов» (Батоврин, 2012).

Экосистема – это сеть между организациями и окружающей средой, некая экономическая среда отношений ассоциированных субъектов, в которой протекает их хозяйственная жизнь. Но, если относительно биологической экосистемы « как показал в своих работах Жерар Бриско, это прикладные свойства поведения, структуры, окружающей среды, эволюции». То относительно экономической экосистемы все обстоит значительно труднее. Если опираться на категорию «обобщенной экосистемы», то относительно экономики ее сфера существования – это общество, знание, бизнес, компьютерные технологии и т.д. В современной экономической литературе выделяют:

предпринимательскую экосистему; бизнес-экосистему; экосистему знаний; цифровую экосистему; цифровую учебную экосистему; социальная экосистему; экосистема культуры; банк-экосистему и т.д. (Клейнер, 2018)

Интересна концепция предпринимательской экономической экосистемы, данная профессором А.В. Овчинниковой и ее учеником С.Д. Зиминим. Опираясь на эту концептуальную форму определения предпринимательской экосистемы, исследователи сформулировали и отобразили в таблице (см. Таблица) ее классификацию. Представленная классификация опирается на:

- а. конечную продукцию;

- b. отраслевую специфику;
- c. динамику развития;
- d. масштабность;
- e. организацию взаимодействия внутри экосистемы (Овчинникова, Зимин, 2022).

Также возможно разделение предпринимательских экосистем по стадиям развития: стадии зарождения, роста, зрелости и спада (Овчинникова, Зимин, 2022).

Таблица. Классификация предпринимательских экосистем (из Андреева и др., 2018; Овчинникова, Зимин, 2022)

Классификационный признак	Виды	Пояснение
По отраслевой специфике	внутриотраслевые	Формируемые внутри одной экономической отрасли(имеют высокую схожесть с отраслевыми кластерами)
	надотраслевые	Сформированные из предприятий нескольких отраслей народного хозяйства
По динамике развития экосистемы	застывшие	Отсутствие количественного и качественного роста предпринимательской экосистемы
	динамично растущие	Показывающие рост, как участников, так и показателей деловой активности
	устойчиво растущие	Прирастающие, либо за счет появления новых участников, либо за счет положительной экономической конъюнктуры
По масштабу экосистем	малые	В зависимости от размеров и состава субъектов предпринимательства, оставляющих экосистему
	средние	
	крупные	
По виду конечной продукции	торгово-производственные	В которых ключевые (якорные) субъекты специализируются на производстве товаров и услуг
	финансово-юридические	В которых ключевые (якорные) субъекты специализируются на оказании финансовых и юридических услуг
	научно-образовательные	Специализируются на производстве услуг в сфере науки и образования
	социальные	Основной целью которых является оказание услуг в социальной сфере
По организации взаимодействия субъектов предпринимательской экосистемы	рыночные	Субъекты которой взаимодействуют на основе паретоэффективных связей
	иерархические	В которых один из субъектов выступает стречнем всей экосистемы, а оставшиеся члены также становятся соподчинены какому-то признаку
	гибридные	Имеющие, как иерархические связи, так и рыночные

Бизнес-аналитики также определяют бизнес-экосистему как некую структуру в форме определенной конструкции взаимодействия в ней хозяйствующих субъектов (рисунок).

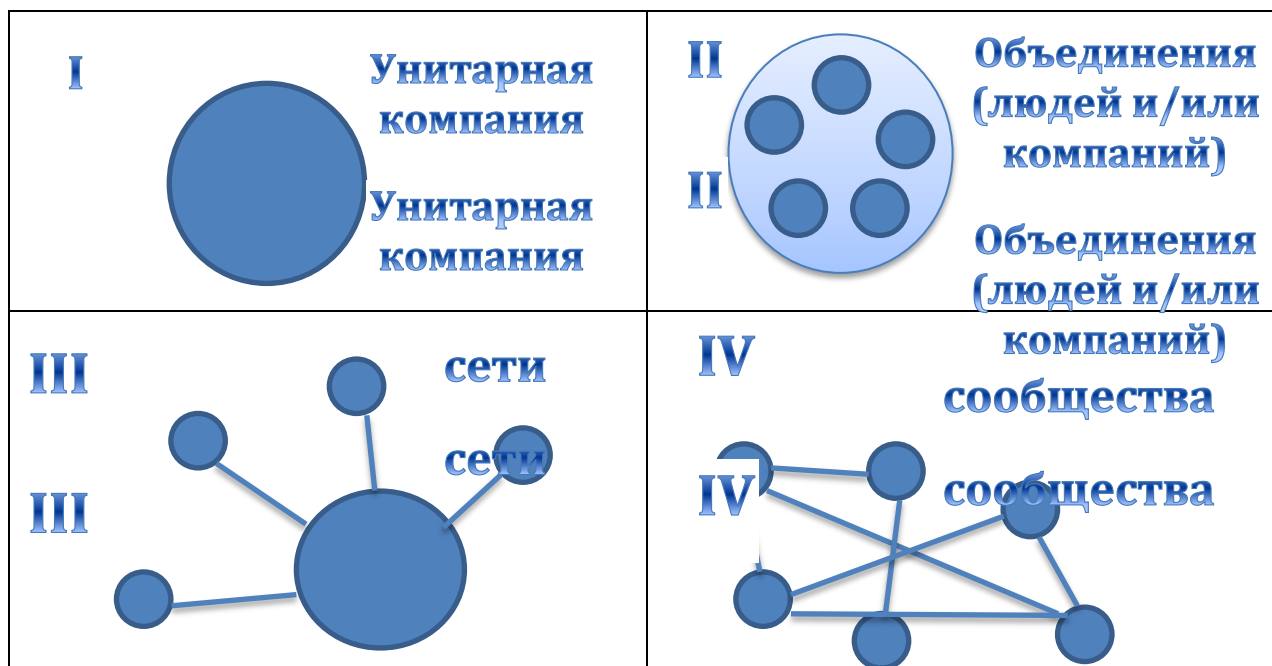


Рисунок. Типовые структуры бизнес-экосистем (из Бизнес-система, 2022)

Важно выделить главное звено экономической экосистемы – это среда.

Такое видение экономической экосистемы встречается в исследованиях О.Е. Каленова (2020). В качестве параметров экономической экосистемы он определяет:

1. Гетерогенность (разнообразие);
2. Редундантность (избыточность, дублирование функций);
3. Адаптивность (приспособляемость);
4. Проактивность (опережение предсказуемого события);
5. Конфидентность (механизм доверия и выполнения договоренностей ради выгоды всей системы);
6. Модульность (гибкая система взаимодействия).

В данных свойствах экономической экосистемы четко прослеживается, что они являются продуктами отношений между ассоциированными производителями во внутренней среде экосистемы. Однако О.Е. Каленов также признает замкнутость экосистемы как обособленного хозяйствующего субъекта (Каленов, 2020).

Вопрос о средовой форме экономической экосистемы нуждается в объяснении. Любой хозяйствующий субъект, в общем, в рыночном комплексе в частности, зависит от факторов внутренней и/или внешней среды, которая оказывает влияние на его состояние и развитие, так как он не может функционировать (обеспечить жизнедеятельность) без наличия минимального набора ресурсов и в полной изоляции от внешнего влияния.

Данный анализ позволит отразить составляющие элементы архитектурных форм рыночного комплекса как организационно-управленческих структурных звеньев, трансформирующихся под воздействием изменений в социально-экономических отношениях ассоциированных производителей и их парадигмы экономических интересов, а также позволит понизить специфичность преобразований в организационно-управленческой системе хозяйственного механизма рыночного комплекса, как отрасли интегрированного соединения биологической и экономической составляющих.

Список литературы

Moore J.F. 1996. The Death of Competition: Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems— New York: Harper Business.

- Андреева Е.Л., Глухих П.Л., Масленников Ю.Г. 2018. Бизнес-стратегии участия в компании в предпринимательских экосистемах // Управленец, 6: 49-57
- Батоврин В.К. 2012. Толковый словарь по системной и программной инженерии – М.: ДМК Пресс – 280 с.
- Каленов О.Е. 2020. Трансформация бизнес-моделей: от классической организации к экосистеме // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова, 17 (3): 124-131
- Клейнер Г.Б. 2018. Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы // САВЭ/SAinE – с. 5-15
- Овчинникова А.В., Зимин С.Д. 2022. Система и системность как основа классификационного подхода к определению предпринимательских экосистем Экономика, предпринимательство и право, 12 (2): 495-510
- Халин В.Г., Чернова Г.В., Калайда С.А. 2021. Экономические экосистемы и их классификация // Управленческое консультирование, 2: 38-54
- Бизнес-экосистема // электронный ресурс trizbm.22.01.2022 – 4/22

X международная научно-практическая конференция
молодых учёных и специалистов

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

10-11 ноября 2022 года, г. Москва

Издательство ВНИРО
105187, Москва, Окружной проезд, 19
Тел.: +7 (499) 264-65-33
Факс: +7 (499) 264-91-87